

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт физики высоких технологий

Направление: 15.03.01 «Машиностроение»

Профиль подготовки: «Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов»

Кафедра физики высоких технологий в машиностроении

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства изготовления детали «Эксцентрик» на станках с ЧПУ

УДК 621.9.06-529:621.81-2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А31	Евдокимов Павел Андреевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Анисимова М.А.	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Баннова К.А.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Раденков Т.А.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФВТМ	Псахье С.Г.	д.ф-м.н., профессор		

Томск-2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт физики высоких технологий
Направление 15.03.01 Машиностроение
Профиль подготовки Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов
Кафедра Физика высоких технологий в машиностроении

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой, д.ф-м.н., профессор
С.Г. Псахье
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
4А31	Евдокимову Павлу Андреевичу

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали «Эксцентрик» на станках с ЧПУ	
Утверждена приказом ректора (дата, номер)	17.03.2016 №2110/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж; Тип производства
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ технологичности детали. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного станочного приспособления.
Перечень графического материала	Чертеж изделия; Технологические карты; Карты наладки
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Техническая часть	М.А. Анисимова
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	К.А. Баннова
Социальная ответственность	Т.А. Раденков
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель:

Должность	Ф.И.О.	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	М.А. Анисимова			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	Ф.И.О.	Подпись	Дата
4А31	Евдокимов Павел Андреевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа в размере 109 с., 21 рис., 20 табл., 14 источников, 1 приложения.

Ключевые слова: технологическая подготовка производства, эксцентрик, проектирование технологического процесса, размерный анализ.

Объектом исследования является: деталь типа «Эксцентрик».

Цель работы: проектирование технологической подготовки производства детали «Эксцентрик».

В ходе работы был разработан технологический процесс детали «Эксцентрик». Рассмотрены этапы технологической подготовки детали. Проведен анализ технологичности конструкции детали. Спроектирован технологический маршрут изготовления детали. Назначены и рассчитаны все необходимые допуски на размеры и минимальные припуски. Рассчитаны режимы резания и нормы времени технологического процесса. Разработаны управляющие программы для станков с ЧПУ. Сконструировано специальное приспособление для получения отверстия со смещенной осью.

Степень внедрения: полученные результаты могут применяться в мелкосерийном производстве.

Область применения: машиностроение.

Содержание

Введение	7
1 Технологическая подготовка производства. Основные положения	9
1.1 Этапы технологической подготовки детали «Эксцентрик»	10
2 Проектирование технологического процесса изготовления детали	12
2.1 Анализ технологичности конструкции детали	12
2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали	13
2.3 Выбор исходной заготовки	14
2.4 Проектирование технологического маршрута	16
2.5 Назначение допусков на технологические детали	23
2.5.1 Назначение допусков на диаметральные размеры	23
2.5.2 Назначение допусков на осевые размеры	24
2.6 Расчет минимальных припусков на технологические размеры	26
2.6.1 Расчет минимальных припусков на осевые размеры	26
2.6.2 Расчет минимальных припусков на диаметральные размеры	27
2.7 Расчет технологических размеров	30
2.7.1 Расчет осевых технологических размеров	30
2.7.2 Расчет диаметральных технологических размеров	35
2.8 Расчет режимов резания	37
2.9 Расчет норм времени технологического процесса	50
2.10 Разработка управляющей программы	63
2.11 Конструирование приспособления	70
3 Социальная ответственность	72
3.1 Производственная безопасность	72
3.2 Экологическая безопасность	77
3.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	78
3.3.1 Обоснование мероприятий по предотвращению пожара и разработка порядка действия в случае его возникновения	79
3.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	80
3.4.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности	80
3.4.2 Организационные вопросы обеспечения безопасности	81

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	83
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	83
4.1.1 Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик»	83
4.1.2 Определение качества технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик» и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD	85
4.1.3 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик» посредством SWOT-анализа	86
4.2 Планирование научно-исследовательской работы	89
4.2.1 Структура работы в рамках научного исследования.....	89
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ	90
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	94
4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	98
4.2.5 Расчет материальных затрат НТИ	98
4.2.6 Основная заработная плата исполнителей темы.....	99
4.2.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	101
4.2.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	102
4.2.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.	103
Заключение	105
Список используемой литературы	106
Приложение А_Комплект документов_на технологический процесс механической обработки_детали «Эксцентрик».....	107

Введение

Машиностроение – отрасль народного хозяйства, необходимая для развития любого государства. В XXI веке повысились требования к качеству и количеству выпускаемой машиностроительной продукции. Это стало возможно с внедрением и использованием более современных технологий и методов механической, электромагнитной, термической, ультразвуковой и т.д., обработки материалов. Чтобы обеспечить требуемую точность и производительность изготовления деталей, необходимо повышать долю автоматизированного оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), а также заменять ручной труд механизированным, что в данное время и происходит. Для эффективного управления и использования такого оборудования требуются высококвалифицированные инженеры-операторы.

Модернизация машиностроительной отрасли должна проводиться заменой старого и устаревшего оборудования новым автоматическим оборудованием с ЧПУ.

В нашей стране высокая доля производств с устаревшими станками советского времени, которые не способны обеспечивать необходимых требований.

Наиболее популярный метод обработки материалов – механическая обработка. Другие методы либо дорогостоящие, либо малопродуктивны, либо еще не распространены. Поэтому технологами и конструкторам необходима более полноценная теоретическая и практическая подготовка именно в этой области, но также важно знание и понимание более современных методов обработки, не получившие пока широкого распространения.

Руководство машиностроительных предприятий должно не только умело адаптировать своё производство под современные нужды и рационально использовать свои возможности, но и следить за современными тенденциями и по возможности внедрять их в своё производство.

Цель моей работы – технологическая подготовка производства (ТПП) детали типа «Эксцентрик», для достижения которой решались следующие задачи: анализ технологичности, разработка технологического маршрута изготовления детали, выбор обрабатывающих станков, инструментов, технологической оснастки, оформление документации, разработка программ для обработки на станках с ЧПУ.

1 Технологическая подготовка производства. Основные положения

Технологическая подготовка производства – комплекс мероприятий, направленных на изготовление продукции с необходимыми условиями и требованиями, в требуемом количестве, в кратчайшие сроки и при минимальных затратах.

Главная задача подготовки производства – создание и организация выпуска новых конкурентоспособных изделий.

Цель подготовки производства состоит в создании технических, организационных и экономических условий, полностью гарантирующих перевод производственного процесса на более высокий технический и социально-экономический уровень на основе достижений науки и техники, использования различных инноваций для обеспечения эффективной работы предприятия.

Техническая подготовка – действия предприятия по усовершенствованию материально-технической базы, организации труда, производства и управления. Она необходима для освоения новых технологий, модернизированных изделий, внедрения в производство оборудования, улучшения организации производства. Одним из этапов технической подготовки является технологический процесс.

Технологический процесс – процесс придания заготовке необходимой формы, размеров, свойств.

Вся механическая обработка заготовки состоит из технологических операций. Технологическая операция – составляющая технологического процесса, которая выполняется на одном рабочем месте. Технологическая операция, в свою очередь, делится на части: установы, технологический и вспомогательный переходы, рабочий и вспомогательный ходы, позиций.

Установ – часть технологической операции, характеризующаяся неизменным закреплением заготовки.

Технологический переход – часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, им обрабатываемых.

Вспомогательный переход – часть технологической операции, в которой происходят действия, не связанные с изменением форм и свойств заготовки.

Рабочий ход – часть технологического перехода, определяемая перемещением инструмента с последующим изменением формы, размеров или свойств заготовки.

Вспомогательный ход - часть технологического перехода, при которой происходит перемещение инструмента без изменения состояния заготовки.

Позиция – всякое фиксированное положение закрепляемой заготовки.

1.1 Этапы технологической подготовки детали «Эксцентрик»

Для технологической подготовки детали «Эксцентрик» (приложение А) необходимо выполнить следующие этапы: анализ технологичности детали; разработка технологического маршрута изготовления детали; выбор обрабатывающих станков, инструментов, технологической оснастки; транспортировка заготовок между рабочими местами; написание программы для фрезерного станка с ЧПУ; оформление всей необходимой технологической документации[2].

Вид заготовки – прокат сортовой стальной горячекатаный, так как наиболее дешевый. Все поверхности доступны для механической обработки. Для обеспечения эксцентриситета необходимо изготовить специальное приспособление. Чтобы увеличить производительность и сократить количество операций, операцию сверления трех отверстий и резьбонарезную операцию необходимо совместить с фрезерной операцией с ЧПУ. Операцию сверления основного отверстия совмещаем с токарной операцией. Операция точения предшествует расточной операции, так как основная базовая поверхность – наружный диаметр, и ее необходимо обработать первой. Деталь технологична, все базовые поверхности доступны и обеспечивают приемлемую точность.

Обработка детали «Эксцентрик» производится в последовательности операций: заготовительная, токарная, фрезерная с ЧПУ, внутришлифовальная, плоскошлифовальная, слесарная, промывочная, гальваническая, консервация.

Для каждой операции необходимо подобрать соответствующий ей станок. Станок должен выдерживать необходимые режимы резания, обладать требуемой жесткостью системы СПИД (Станок – Приспособление – Инструмент – Деталь), обеспечивать полноценный доступ инструмента к детали. Для операции фрезерования необходим станок с числовым программным управлением (ЧПУ), так как получаемые поверхности сложной формы и требуют высокой точности обработки. Инструмент необходимо подобрать из условий соблюдения необходимых размеров, с определенной

точностью допусков, а также работоспособности при определенных условиях[3].

Так как деталь небольшой массы, и особых условий транспортировки нет, то заготовки между рабочими местами можно производить посредством ручной транспортировки, про помощи тележек.

Так как фрезерный станок с ЧПУ, то необходимо написание управляющей программы в CAD-программах.

Всю технологическую документацию необходимо оформить в соответствии с актуальными нормативными документами и стандартами.

2 Проектирование технологического процесса изготовления детали

2.1 Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции детали проводится для повышения производительности труда, оптимизации затрат на производство деталей, а также нахождения недостатков в чертежах спроектированной детали и требованиях, к ней предъявляемых.

Название детали – «Эксцентрик», изготавливается из легированной стали «Сталь 40Х ГОСТ 1050 – 88».

Деталь имеет ступенчатое сквозное отверстие со смещенной осью относительно изначальной оси заготовки. Данное смещение оси можно получить обрабатывая заготовку на токарном станке в специальной оправке.

Деталь имеет четыре поверхности с шероховатостью Ra 2,5 и три поверхности с шероховатостью Ra 1,25. Данные значения шероховатости можно получить на плоскошлифовальной и круглошлифовальной операциях соответственно.

Основная базовая поверхность – внутреннее отверстие, которое обладает самой высокой точностью. Имеются предельные отклонения радиального биения и соосности поверхностей относительно этой базовой поверхности. Выдержать их можно при обработке этих поверхностей, базируясь по внутреннему отверстию.

Шесть резьбовых отверстий можно получить на фрезерной операции, совместив таким образом сверлильную операцию с фрезерной, сокращая время на общую обработку детали.

Проведя анализ технологичности конструкции можно сделать выводы:

1) конструкция детали позволяет получить все необходимые поверхности без проблем с доступом инструмента

2) отверстия с эксцентриситетом требуют специального приспособления, что усложняет процесс изготовления детали

- 3) возможность не применять отдельную сверлильную операцию, добавив сверление в токарную и фрезерную операции
- 4) получение размеров с минимальными предельными отклонениями требуют особого внимания и высокой квалификации рабочего
- 5) материал детали хорошо поддается обработке
- 6) необходимо учитывать толщину покрытия детали в получении конечных размеров.

2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Эксплуатационные свойства детали определяют ее технические возможности при ее эксплуатации. Они в значительной мере определяются качеством их рабочих поверхностей, формируемым при изготовлении. Поэтому задача технологического обеспечения качества поверхностного слоя деталей является одной из важнейших при решении проблемы повышения надежности и ресурса машин.

Эти свойства зависят от ряда факторов: геометрические размеры детали, толщина стенок, форма детали: цилиндрическая, квадратная и т.д; материал детали; нанесение покрытий; термическое воздействие и т.д.

Определение этих свойств очень важно для оценки надежности и долговечности детали. В настоящее время возможно определить работоспособность детали с помощью CAE – системы.

Программный комплекс САПР «SolidWorks» позволяет определить величину возникающих напряжений и деформацию детали при заданном силовом воздействии. Для данной детали было проведено её моделирование с графическим отображением деформации детали. На рисунке 1 видно, что наиболее напряженная область – это нижняя часть эксцентрика, так как стенка в этой части тоньше.

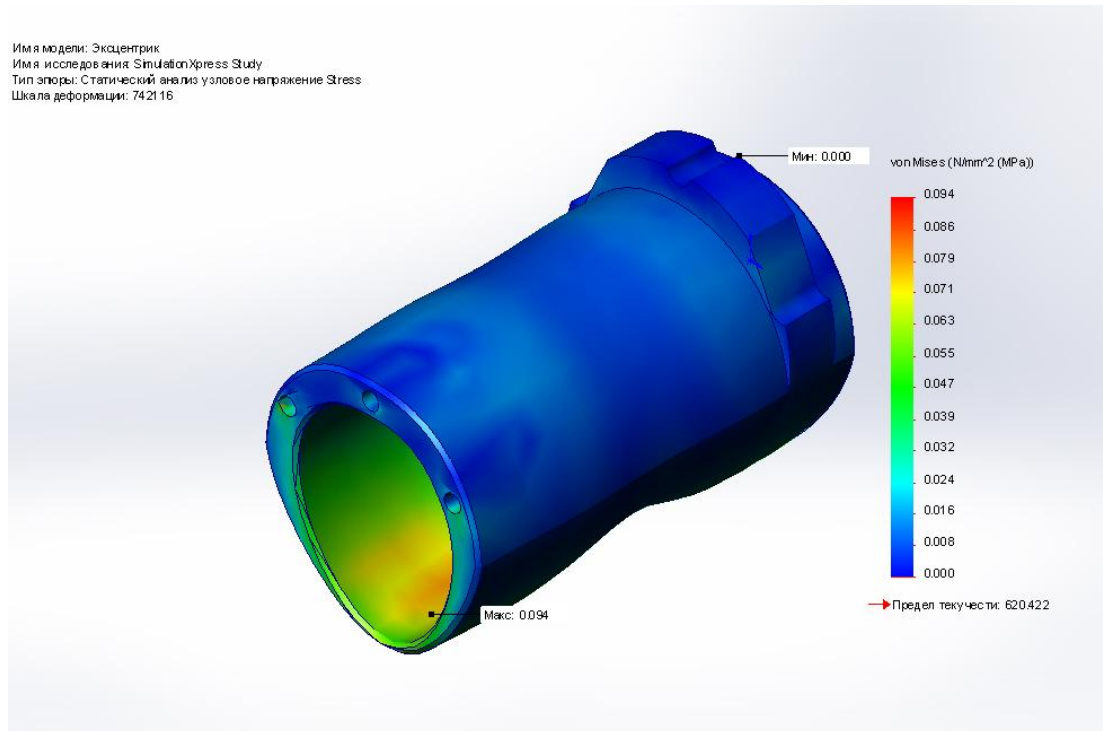


Рисунок 1 - Напряженное состояние детали «Эксцентрик»

2.3 Выбор исходной заготовки

Существует много различных способов получения заготовки будущей детали: литье, штамповка, спекание порошков металлов, высадка, волочение и т.д. На выбор заготовок влияют: материал детали, конструкция и размеры детали, программа выпуска, наличие оборудования в заготовительных цехах и другие реальные производственные условия изготовления.

В основу выбора заготовок для последующей механической обработки кладутся следующие соображения: обеспечение наименьшего расхода металла при изготовлении заготовок и при последующей их механической обработке; обеспечение наименьших затрат труда и средств на изготовление заготовок и на последующую их механическую обработку.

Чем в большей степени размеры и формы заготовок приближаются к формам готовых деталей, тем меньше станкоемкость и трудоемкость механической обработки, тем она проще и дешевле.

Для детали типа «Эксцентрик» целесообразно рассмотреть два способа:

- из поковки

- круглого прута.

Выбрать, оптимальный для данной детали, вид заготовки поможет расчет коэффициента использования материала (КИМ). КИМ определяется формулой:

$$\gamma = \frac{q}{Q} \cdot 100\%,$$

где q- масса готовой детали;

Q- масса исходной заготовки.

Массу готовой детали определяем с помощью 3D- моделирования в программе «Компас»:

$$q \approx 1,2 \text{ кг}$$

КИМ для круглого горячекатаного прутка равен:

КИМ для круглого горячекатаного прутка равен:

$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{q}{Q} \cdot 100\% = \frac{q}{\rho \cdot h \cdot \pi \cdot R^2} \cdot 100\% = \\ &= \frac{1,2}{7820 \cdot 0,1145 \cdot 3,14 \cdot 0,036^2} \cdot 100\% = 32,9\%, \end{aligned}$$

где ρ – плотность Стали 40Х, кг/м³;

h – длина заготовки, мм;

R – радиус поперечного сечения заготовки, мм;

КИМ для отливки равен:

$$\gamma = \frac{q}{Q} \cdot 100\% = \frac{1,2}{2,1} \cdot 100\% = 57,1\%$$

где $Q \approx 2,1$ кг.

Из расчетов КИМ для прутка и отливки следует, что при механической обработке заготовки из прутка необходимо удалить материала больше, чем при обработке отливки. Следовательно, более экономически выгодный вид заготовки – отливка. Но для создания отливок требуется оборудование для литья, которое нецелесообразно иметь в мелкосерийном производстве.

Учитывая вышеописанные факторы, а также мелкосерийный тип производства, целесообразно выбрать получение детали из круглого прута.

2.4 Проектирование технологического маршрута

Проектирование технологического маршрута – это выбор последовательности технологических операций, в которых происходит последовательное изменение форм и размеров детали в соответствие с требуемыми условиями и размерами. Учитывая анализ технологичности конструкции детали, необходимые эксплуатационные свойства, получение заготовки из круглого прута, для данной детали был разработан технологический маршрут, состоящий из следующих операций:

1. токарная
2. токарная с ЧПУ
3. фрезерная
4. внутришлифовальная
5. плоскошлифовальная
6. слесарная
7. промывочная
8. гальваническая
9. консервация.

В токарной операции 005 (рисунок 2) подрезается торец 1, поверхность которого является базовой. Далее точится поверхность 2, где удаляется основной слой металла. Поверхность 2 в последующих операциях является основной базирующей поверхностью. Затем точится фаска 3. После точения фаски заготовка отрезается, образуется поверхность 4.

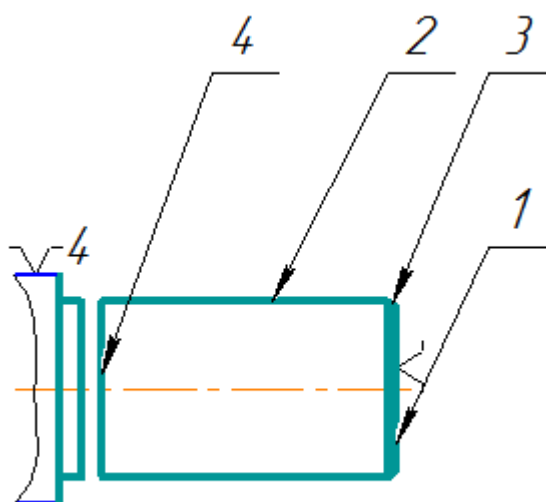


Рисунок 2 – Эскиз токарной операции 005

В токарной операции 15 (рисунок 3) также подрезается торец 5, от которого будут отсчитываться последующие размеры. Затем точится фаска 6.

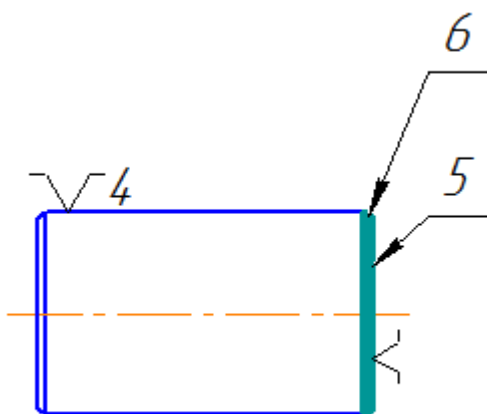


Рисунок 3 – Эскиз токарной операции 015

В токарной операции с ЧПУ 025, в установе А (рисунок 4), заготовка базируется по наружному диаметру в приспособлении «Стакан». В ходе операции сверлится отверстие 7, затем растачивается поверхность 8, а потом точится фаска 9.

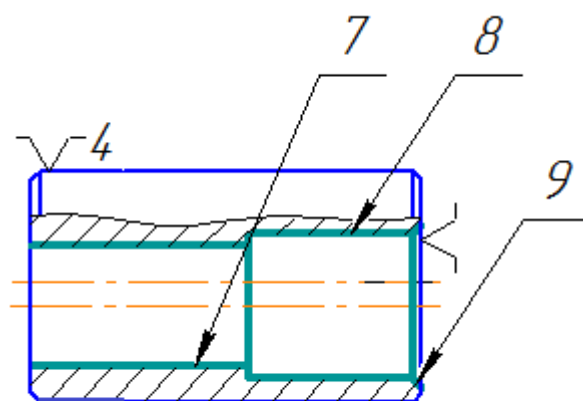


Рисунок 4 – Эскиз токарной операции с ЧПУ 025 (Установ А)

В установе Б, производятся те же переходы – образуются поверхности 10 и 11.

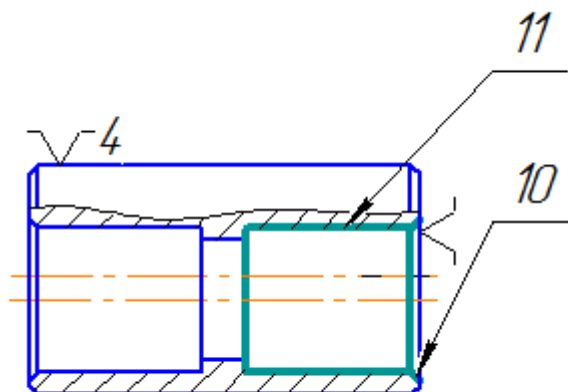


Рисунок 5 – Эскиз токарной операции с ЧПУ 025 (Установ Б)

В токарной операции с ЧПУ 035 (рисунок 6) заготовка базируется по внутренней поверхности, полученной на предыдущей операции. В установе А (рисунок 6, а) точится поверхность 12, в установе Б (рисунок 6, б) точится поверхность 13.

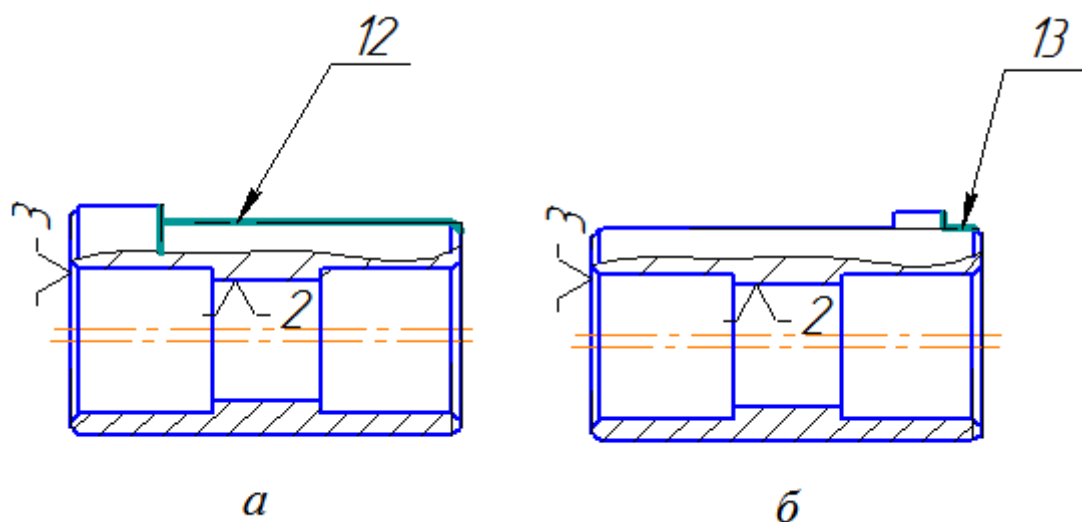


Рисунок 6 – Эскиз токарной операции с ЧПУ 035

Во фрезерной операции с ЧПУ 045, в установе А (рисунок 7) базирующей поверхностью является внутренний диаметр. Фрезеруется поверхность 14. Затем центруются и сверлятся 3 отверстия 15, нарезается резьба М5.

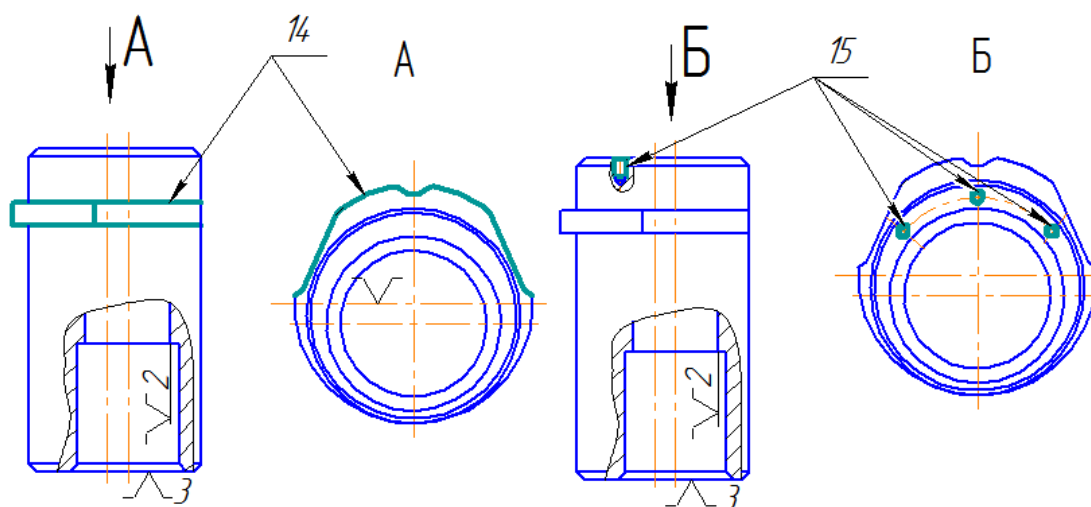


Рисунок 7 – Эскиз фрезерной операций с ЧПУ 045 (Установ А)

В установе Б (рисунок 8) дополнительной базой будет отверстие, полученное на установе А. Центруются и сверлятся такие же 3 отверстия и нарезается резьба.

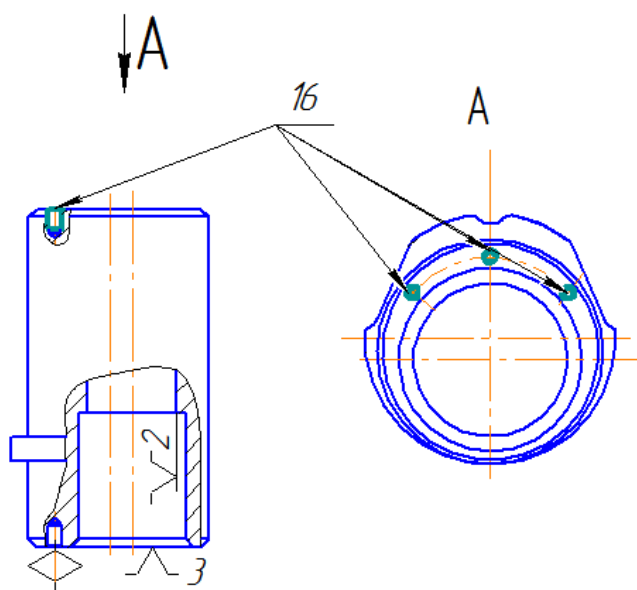


Рисунок 8 – Эскиз фрезерной операции с ЧПУ 045 (Установ Б)

Во внутришлифовальной операции 060 (рисунок 9) заготовка базируется по расточенному отверстию. Шлифуется отверстие 17.

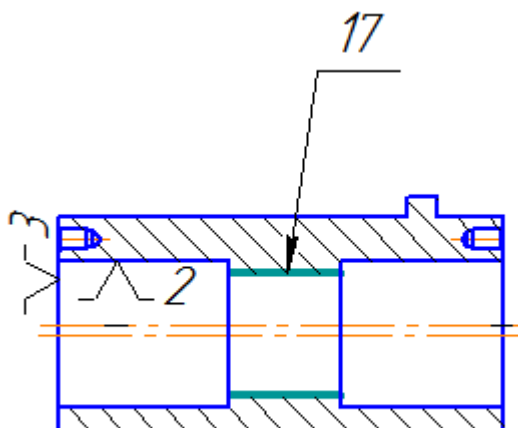


Рисунок 9 – Эскиз внутришлифовальной операции 060

В установе А внутришлифовальной операции 070 (рисунок 10) шлифуется поверхность 18, а также торец 19. В установе Б (рисунок 11) шлифуются аналогичные поверхности 20, 21. В обоих установах выдерживается предельное отклонение соосности отверстий.

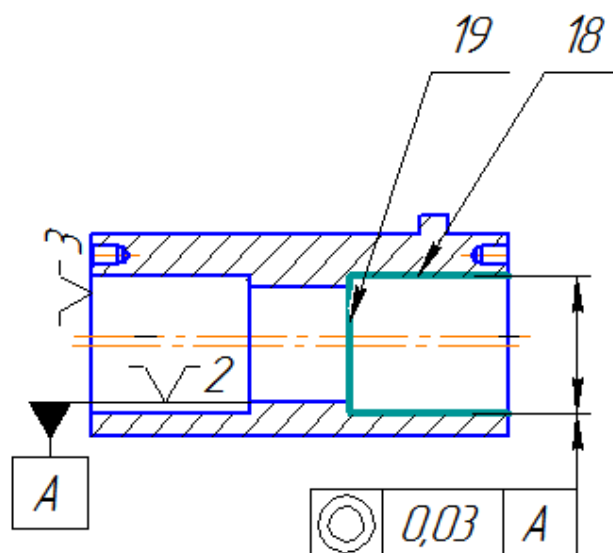


Рисунок 10 – Эскиз внутришлифовальной операции 070 (Установ А)

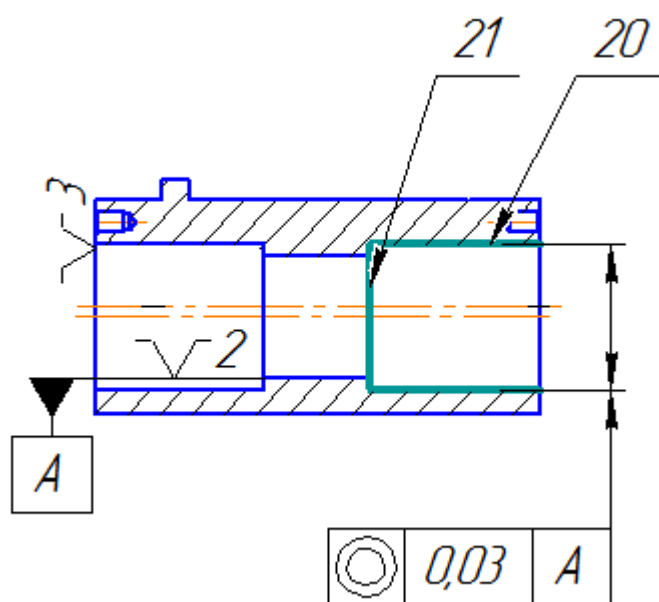


Рисунок 11 – Эскиз внутришлифовальной операции 070 (Установ Б)

В установе А плоскошлифовальной операции 080 (рисунок 12) шлифуется торец 22. Относительно базовой поверхности выдерживается предельное отклонение радиального биения. В установе Б (рисунок 13) шлифуется 23. Также выдерживается радиальное биение.

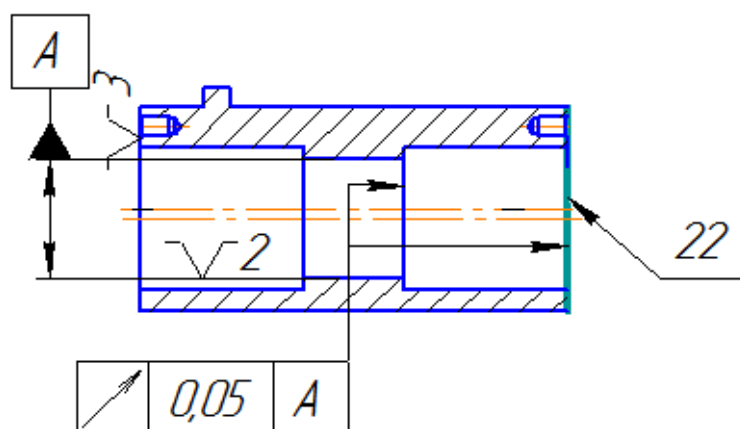


Рисунок 12 – Эскиз плоскошлифовальной операции 080 (установ А)

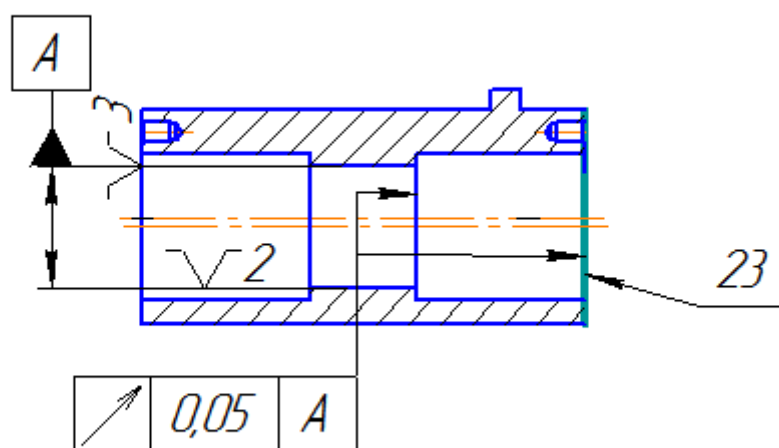


Рисунок 13 – Эскиз плоскошлифовальной операции 080 (установ Б)

2.5 Назначение допусков на технологические детали

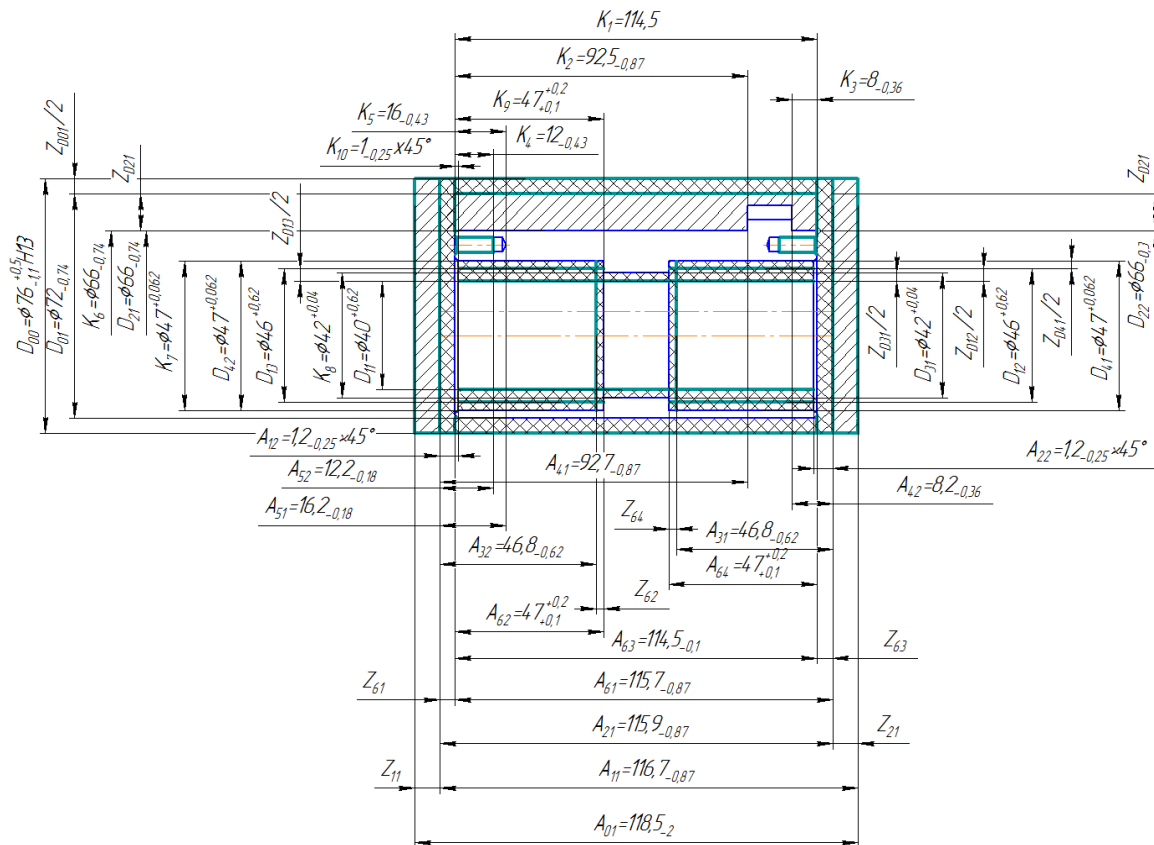


Рисунок 14 - Размерная цепь детали «Эксцентрик»

Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности[3].

2.5.1 Назначение допусков на диаметральные размеры

1. Допуск на размер D_{00}

$$TD_{00} = 1,1 + 0,5 = 1,6 \text{ мм},$$

2. Допуск на размер D_{01}

$$TD_{01} = \omega_c + p_0 = 0,2 + 0,25 = 0,45 \text{ мм},$$

где ω_c - статистическая погрешность обработки детали на станке;

p_0 - погрешность формы заготовки.

3. Допуск на размер D_{11}

$$TD_{11} = TK_6 = \omega_c + p_0 = 0,2 + 0,25 = 0,45 \text{ мм},$$

где ω_c - статистическая погрешность обработки детали на станке;

p_0 - погрешность формы заготовки.

4. Допуск на размер D_{12}

$$TD_{12} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

5. Допуск на размер D_{13}

$$TD_{13} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

6. Допуск на размер D_{21}

$$TD_{21} = TD_{11} = \omega_c + p_0 = 0,2 + 0,25 = 0,45 \text{ мм}$$

7. Допуск на размер D_{22}

$$TD_{22} = TD_{13} = 0,45 \text{ мм}$$

8. Допуск на размер D_{41}

$$TD_{41} = TK_8 = \omega_c = 0,17 \text{ мм}$$

9. Допуск на размер D_{51}

$$TD_{51} = \omega_c = 0,17 \text{ мм}$$

10. Допуск на размер D_{52}

$$TD_{52} = TD_{51} = TK_7 = 0,17 \text{ мм}$$

2.5.2 Назначение допусков на осевые размеры

1. Допуск на размер A_{01}

$$TA_{01} = \omega_c + 2p_0 = 0,2 + 0,5 = 0,7 \text{ мм}$$

2. Допуск на размер A_{11}

$$TA_{11} = \omega_c + p_0 = 0,2 + 0,25 = 0,45 \text{ мм}$$

3. Допуск на размер A_{12}

$$TA_{12} = \omega_c + p_0 = 0,2 + 0,25 = 0,45 \text{ мм}$$

4. Допуск на размер A_{13}

$$TA_{13} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

5. Допуск на размер A_{14}

$$TA_{14} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

6. Допуск на размер A_{21}

$$TA_{21} = TA_{12} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

7. Допуск на размер A_{22}

$$TA_{22} = TA_{12} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

8. Допуск на размер A_{23}

$$TA_{23} = TA_{13} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

9. Допуск на размер A_{24}

$$TA_{24} = TA_{14} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

10. Допуск на размер A_{31}

$$TA_{31} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

11. Допуск на размер A_{32}

$$TA_{32} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$$

12. Допуск на размер A_{61}

$$TA_{61} = \omega_c = 0,17 \text{ мм}$$

13. Допуск на размер A_{62}

$$TA_{62} = TK_9 = \omega_c = 0,17 \text{ мм}$$

14. Допуск на размер A_{63}

$$TA_{63} = TK_1 = \omega_c = 0,17 \text{ мм}$$

15. Допуск на размер A_{64}

$$TA_{64} = TA_{62} = \omega_c = 0,17 \text{ мм}$$

2.6 Расчет минимальных припусков на технологические размеры

При нормативном методе значения $z_{i\min}$ находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных. Этот метод благодаря своей простоте нашел широкое распространение в машиностроении. Основной недостаток нормативного метода – неполный учет особенностей выполнения конкретной операции (перехода). Значения припусков, определенные нормативным методом, обычно оказываются завышенными.

При расчетно – аналитическом методе $z_{i\min}$ находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки.[3]

2.6.1 Расчет минимальных припусков на осевые размеры

1. Припуск на подрезку торца $z_{11\min}$:

$$z_{11\min} = R_{z0} + h_0 + \rho_0 = 115 + 125 + 188 = 428 \text{ мкм},$$

где R_{z0} – шероховатость поверхности, получаемая на предыдущей операции;
 h_0 – толщина дефектного слоя, получаемая на предыдущей операции;
 ρ_0 – точность геометрической формы.

2. Припуск на подрезку торца z_{21min} :

$$z_{21min} = R_{z0} + h_0 + \rho_0 = 200 + 125 + 188 = 513 \text{ мкм}$$

3. Припуск на плоскошлифовальную операцию z_{61min} :

$$z_{61min} = R_{z0} + h_0 + \rho_0 = 115 + 75 + 188 = 378 \text{ мкм}$$

4. Припуск на плоскошлифовальную операцию z_{62min} :

$$z_{62min} = R_{z0} + h_0 + \rho_0 = 115 + 75 + 188 = 378 \text{ мкм}$$

5. Припуск на плоскошлифовальную операцию z_{64min} :

$$z_{64min} = R_{z0} + h_0 + \rho_0 = 115 + 75 + 188 = 378 \text{ мкм}$$

6. Припуск на плоскошлифовальную операцию z_{63min} :

$$z_{63min} = R_{z0} + h_0 + \rho_0 = 115 + 75 + 188 = 378 \text{ мкм}$$

2.6.2 Расчет минимальных припусков на диаметральные размеры

1. Припуск на точение z_{D11min} :

$$z_{D01min} = 2(R_{z0} + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_y^2}) = 2(115 + 125 + \sqrt{180^2 + 420^2}) = 1400 \text{ мкм},$$

где R_{z0} – шероховатость, получаемая на предыдущей операции;
 h_0 – толщина дефектного слоя, получаемая на предыдущей операции;
 ε_1 – погрешность установки.

2. Припуск на точение z_{D41min} :

$$z_{D41\min} = 2(R_{z0} + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_y^2}) = 2(115 + 125 + \sqrt{180^2 + 420^2}) = 1400 \text{ мкм},$$

3. Припуск на расточку $z_{D32\min}$:

$$z_{D22\min} = 2(R_{z0} + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_y^2}) = 2(115 + 75 + \sqrt{180^2 + 45^2}) = 750 \text{ мкм}$$

4. Припуск на внутришлифовальную операцию $z_{D41\min}$:

$$z_{D31\min} = 2(R_{z0} + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_y^2}) = 2(115 + 75 + \sqrt{180^2 + 80^2}) = 780 \text{ мкм}$$

5. Припуск на внутришлифовальную операцию $z_{D51\min}$:

$$z_{D41\min} = 2(R_{z0} + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_y^2}) = 2(60 + 75 + \sqrt{180^2 + 45^2}) = 670 \text{ мкм}$$

Таблица 1 - Припуски на осевые размеры

Технологические переходы обработки	Элементы припуска				Расчетный	Расчетный размер	Допуск	Предельные размеры, мм	
	Rz	h	ρ	ε				D_{\min}	D_{\max}
Подрезка торцов									
Торец прутка	115	125	188	-	428	118,5	870	117,63	118,5
После отрезания	200	125	188	-	513	116,7	870	115,83	116,7

Продолжение таблицы 1

Плоскошлифовальная операция	115	75	188	-	378	47	100	47,1	47,2
-----------------------------	-----	----	-----	---	-----	----	-----	------	------

Таблица 2 - Припуски на диаметральные размеры

Технологические переходы обработки	Элементы припуска				Расчетный	Расчетный размер	Допуск	Предельные размеры, мм	
	Rz	h	ρ	ε	z_{min} , мкм	D_p , мм	T , мкм	D_{min}	D_{max}
Наружное черновое точение	115	125	180	420	1400	72	740	71,26	72
Сверление		0					1000	160	161
Расточка	115	75	180	45	750	46	620	46	46,62
Наружное точение	115	125	180	420	1400	66	740	65,26	66
Внутреннее шлифование									
После сверления	115	75	180	80	780	42	40	42	42,04
После расточки	60	75	180	45	670	47	62	47	47,062

2.7 Расчет технологических размеров

2.7.1 Расчет осевых технологических размеров

1. Размер A_{11} :

Среднее значение размера A_{01} :

$$A_{01CP} = 118,5_{-0,35} \text{ мм.}$$

Среднее значение припуска z_{11CP} :

$$z_{11CP} = z_{11min} + \frac{TA_{11} + TA_{01}}{2} = 0,428 + \frac{0,45 + 0,7}{2} = 1 \text{ мм}$$

Среднее значение размера A_{11CP} :

$$A_{11CP} = A_{01CP} - z_{11CP} = 118,15 - 1,003 = 117,15 \text{ мм}$$

Округляем значение размера A_{11} : $117_{-0,45} \text{ мм}$

Значение припуска z_{11} :

$$z_{11} = A_{01} - A_{11} = 118,5_{-0,7} - 117_{-0,45} = 1,5_{-0,7}^{+0,45} \text{ мм}$$

2. Размер A_{21} :

Среднее значение припуска z_{21CP} :

$$z_{21CP} = z_{21min} + \frac{TA_{11} + TA_{21}}{2} = 0,513 + \frac{0,45 + 0,2}{2} = 0,75 \text{ мм}$$

Среднее значение размера A_{21CP} :

$$A_{21CP} = A_{11CP} - z_{21CP} = 117,147 - 0,748 = 116,4 \text{ мм}$$

Округляем значение размера A_{21} : $116_{-0,2} \text{ мм}$

Значение припуска z_{21} :

$$z_{21} = A_{11} - A_{21} = 117_{-0,45} - 116_{-0,2} = 1_{-0,45}^{+0,2} \text{ мм}$$

3. Размер A_{61} :

Среднее значение припуска z_{61CP} :

$$z_{61CP} = z_{61min} + \frac{TA_{61} + TA_{21}}{2} = 0,378 + \frac{0,17 + 0,2}{2} = 0,56 \text{ мм}$$

Среднее значение размера A_{61CP} :

$$A_{61CP} = A_{21CP} - z_{61CP} = 116,399 - 0,748 = 115,65 \text{ мм}$$

Округляем значение размера $A_{61} : 115_{-0,17} \text{ мм}$

Значение припуска z_{61} :

$$z_{61} = A_{21} - A_{61} = 116_{-0,2} - 115_{-0,17} = 1_{-0,2}^{+0,17} \text{ мм}$$

4. Размер A_{64} :

$$A_{64} = K_9 = 47_{+0,1}^{+0,2} \text{ мм.}$$

5. Размер A_{62} :

$$A_{62} = A_{64} = K_9 = 47_{+0,1}^{+0,2} \text{ мм.}$$

6. Размер A_{63} :

$$A_{63} = K_1 = 114,5_{-0,1} \text{ мм.}$$

7. Размер A_{41} (рисунок 15):

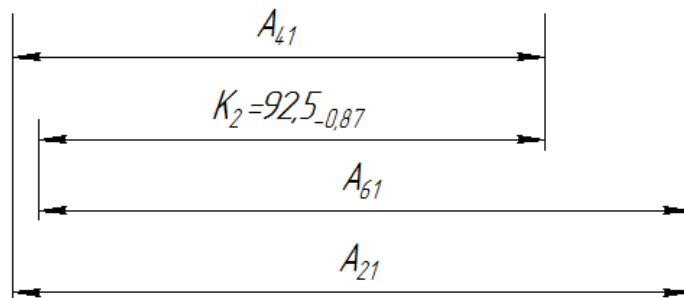


Рисунок 15 – Размерная цепь A_{41}

По вероятностному методу определяем:

$$\sqrt{TA_{61}^2 + TA_{41}^2 - TA_{21}^2} = 0,139 < 0,2 = TK_2$$

Размер K_2 выдерживается.

Среднее значение размера A_{41CP} :

$$A_{41CP} = K_{2CP} - A_{61CP} + A_{21CP} = 92,065 - 115,651 + 116,399 = 92,8 \text{ мм}$$

Округляем значение размера $A_{12} : 93_{-0,45} \text{ мм}$

8. Размер A_{32} (рисунок 16) :

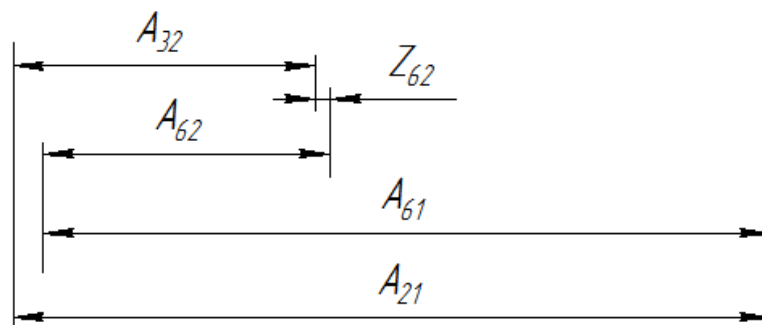


Рисунок 16 – Размерная цепь A_{32}

Среднее значение припуска z_{62CP} :

$$z_{62CP} = z_{62\min} + \frac{TA_{32} + TA_{21} + TA_{62} + TA_{61}}{2} = 0,378 + \frac{0,17 + 0,2 + 0,2 + 0,17}{2} = 0,75 \text{ мм}$$

Среднее значение размера A_{32CP} :

$$A_{32CP} = A_{62CP} + A_{21CP} - A_{61CP} - z_{62CP} = 47,15 + 116,399 - 115,651 - 0,748 = 47,15 \text{ мм}$$

Округляем значение размера $A_{32} : 46_{-0,2} \text{ мм}$

Значение припуска z_{62} :

$$z_{62} = A_{62} + A_{21} - A_{61} - A_{32} = 47_{+0,2}^{+0,2} + 116_{-0,2} - 116_{-0,17} - 47_{-0,2} = 1_{-0,1}^{+0,57} \text{ мм}$$

9. Размер A_{31} :

$$A_{31} = A_{32} = 47_{-0,1} \text{ мм.}$$

$$z_{64} = z_{62} = 1_{-0,1}^{+0,57} \text{ мм.}$$

10. Размер A_{42} (рисунок 17) :

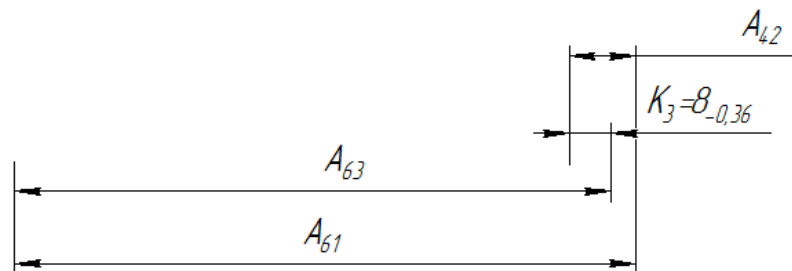


Рисунок 17 – Размерная цепь A_{42}

По вероятностному методу определяем:

$$\sqrt{TA_{42}^2 + TA_{63}^2 - TA_{61}^2} = 0,2 \leq 0,2 = TK_3$$

Размер K_3 выдерживается.

Среднее значение размера A_{42CP} :

$$A_{42CP} = K_{3CP} - A_{63CP} + A_{61CP} = 7,68 - 114,45 + 115,651 = 8,8 \text{ мм}$$

Округляем значение размера $A_{42} : 9_{-0,2} \text{ мм}$

11. Размер A_{12} (рисунок 18) :

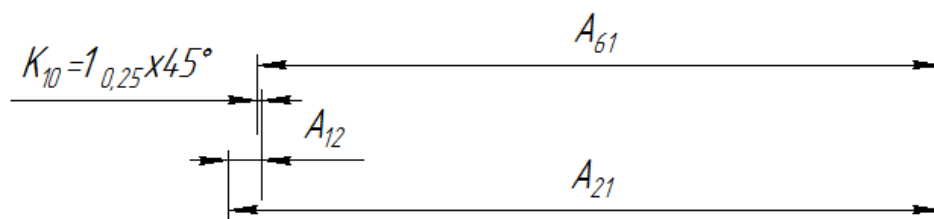


Рисунок 18 – Размерная цепь A_{12}

Среднее значение размера A_{12CP} :

$$A_{12CP} = A_{21CP} - A_{61CP} + K_{10CP} = 116,399 - 115,651 + 0,9 = 1,6 \text{ мм}$$

Округляем значение размера $A_{12} : 2_{-0,2} \text{ мм}$

12. Размер A_{24} :

$$A_{24} = A_{14} = 2_{-0,2} \text{ мм}$$

13. Размер A_{52} (рисунок 19):

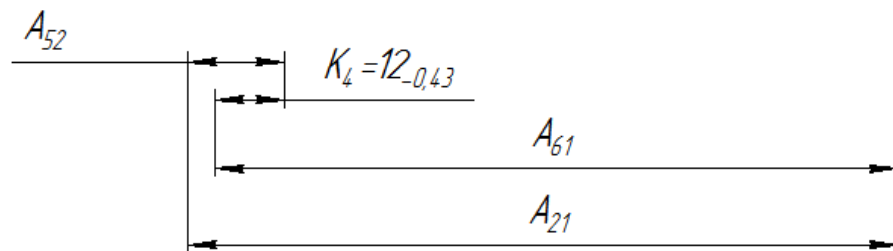


Рисунок 19 – Размерная цепь A_{52}

По вероятностному методу определяем:

$$\sqrt{TA_{52}^2 + TA_{61}^2 - TA_{21}^2} = 0,17 \leq 0,2 = TK_4$$

Размер K_4 выдерживается.

Среднее значение размера A_{52CP} :

$$A_{52CP} = K_{4CP} - A_{61CP} + A_{21CP} = 11,785 - 115,651 + 116,399 = 12,53 \text{ мм}$$

Округляем значение размера $A_{52} : 13_{-0,2} \text{ мм}$

14. Размер A_{51} (рисунок 20):

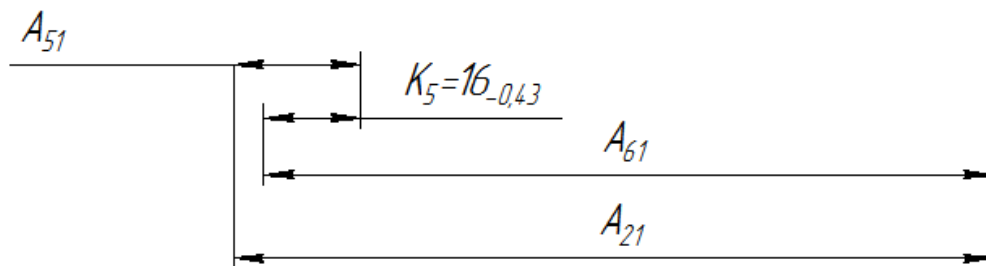


Рисунок 20 – Размерная цепь A_{51}

По вероятностному методу определяем:

$$\sqrt{TA_{51}^2 + TA_{61}^2 - TA_{21}^2} = 0,17 \leq 0,2 = TK_5$$

Размер K_5 выдерживается.

Среднее значение размера A_{51CP} :

$$A_{51CP} = K_{5CP} - A_{61CP} + A_{21CP} = 15,785 - 115,651 + 116,399 = 16,53 \text{ мм}$$

Округляем значение размера $A_{32} : 17_{-0,2} \text{ мм}$

2.7.2 Расчет диаметральных технологических размеров

1. Размер D_{31} :

$$D_{31} = K_8 = 42^{+0,04} \text{ мм.}$$

2. Размер D_{12} :

$$D_{12} = K_6 = 66_{-0,74} \text{ мм.}$$

3. Размер D_{21} :

$$D_{21} = D_{22} = 26^{+0,052} \text{ мм.}$$

4. Размер D_{42} :

$$D_{42} = K_7 = 47^{+0,062} \text{ мм.}$$

6. Размер D_{41} :

$$D_{41} = D_{42} = 47^{+0,062} \text{ мм.}$$

7. Размер D_{01} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{01CP}^D

$$z_{01CP}^D = z_{01\min}^D + \frac{TD_{00} + TD_{01}}{2} = 1,4 + \frac{1,6 + 0,45}{2} = 2,43 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D_{01} :

$$D_{01CP} = D_{00CP} - z_{01CP}^D = 75,2 - 2,43 = 72,77 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера $D_{01} = 73^{+0,45} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска z_{01CP}^D :

$$z_{51}^D = D_{00} - D_{01} = 76^{+0,5}_{-1,1} - 73^{+0,45} = 3^{+0,5}_{-1,55} \text{ мм.}$$

8. Размер D_{12} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{41CP}^D

$$z_{41CP}^D = z_{41min}^D + \frac{TD_{41} + TD_{12}}{2} = 0,67 + \frac{0,17 + 0,45}{2} = 0,98 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D_{12} :

$$D_{12CP} = D_{41CP} - z_{41CP}^D = 47,031 - 0,98 = 46,05 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера $D_{12} = 46^{+0,45} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска z_{41CP}^D :

$$z_{41}^D = D_{41} - D_{12} = 47^{+0,065} - 46^{+0,45} = 1_{-0,45}^{+0,065} \text{ мм.}$$

9. Размер D_{11} :

Рассчитываем среднее значение припуска z_{31CP}^D

$$z_{31CP}^D = z_{31min}^D + \frac{TD_{31} + TD_{11}}{2} = 0,78 + \frac{0,17 + 0,2}{2} = 0,97 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение технологического размера D_{11} :

$$D_{11CP} = D_{31CP} - z_{31CP}^D = 42,02 - 0,965 = 41,06 \text{ мм.}$$

Округляем значение технологического размера $D_{11} = 41^{+0,2} \text{ мм.}$

Вычисляем номинальное значение припуска z_{31CP}^D :

$$z_{31}^D = D_{31} - D_{11} = 42^{+0,04} - 41^{+0,2} = 1_{-0,2}^{+0,04} \text{ мм.}$$

10. Размер D_{13} :

$$D_{13} = D_{12} = 46^{+0,62} \text{ мм.}$$

2.8 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания токарной операции 005:

Для точения:

1. назначаем подачу: $s = 0,1 \text{ мм / об.}$

2. назначаем глубину резания на один проход: $t = 2 \text{ мм.}$

3. рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot s^y \cdot t^x} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,1^{0,45} \cdot 2^{0,15}} \cdot 0,69 \approx 152 \text{ м / мин},$$

где $C_v = 280$ – коэффициент,

$m = 0,2$, $x = 0,15$, $y = 0,45$ – показатели степени для резцов с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6 ;

$T = 60 \text{ мин}$ – среднее значение стойкости инструмента;

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,69$ – поправочный коэффициент;

4. рассчитываем силу резания:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,4^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 170^{-0,15} \cdot 1,39 = 2,7 \text{ кН},$$

где $C_p = 300$ – коэффициент,

$n = -0,15$, $x = 1$, $y = 0,75$ – показатели степени для резцов с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6 ;

$t = 1,4 \text{ мм}$ – глубина резания;

$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,2 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,39$ – поправочный коэффициент;

5. находим мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2,7 \cdot 170}{1020 \cdot 60} \approx 1,2 \text{ кВт},$$

Выбираем станок токарно-винторезный универсальный 1К625

Расчет режимов резания для токарных операции 010, 015, 025:

Для точения:

$$s = 0,1 \text{ мм / об.}$$

1. назначаем подачу:

2. назначаем глубину резания на один проход: $t = 1,4 \text{ мм}$.

3. рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot s^y \cdot t^x} \cdot K_v = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 0,1^{0,45} \cdot 1,4^{0,15}} \cdot 0,69 \approx 170 \text{ м / мин},$$

где $C_v = 280$ – коэффициент,

$m = 0,2$, $x = 0,15$, $y = 0,45$ – показатели степени для резцов с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6 ;

$T = 60 \text{ мин}$ – среднее значение стойкости инструмента;

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,69$ – поправочный коэффициент;

4. рассчитываем силу резания:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,4^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 170^{-0,15} \cdot 1,39 = 2,7 \text{ кН},$$

где $C_p = 300$ – коэффициент,

$n = -0,15$, $x = 1$, $y = 0,75$ – показатели степени для резцов с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6 ;

$t = 1,4 \text{ мм}$ – глубина резания;

$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,2 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,39$ – поправочный коэффициент;

5. находим мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2,7 \cdot 170}{1020 \cdot 60} \approx 1,2 \text{ кВт},$$

Выбираем токарный станок с ЧПУ (Turret LM type) DMC DL 10TH (N=11 кВт)

Выбираем резец токарный проходной отогнутый 2102-0032 с пластиной из твердого сплава Т15К6 по ГОСТ 18877-73.

Для отрезания:

1. назначаем подачу: $s = 0,2 \text{ мм}$.

2. назначаем глубину резания, равную ширине отрезного резца: $t = 8 \text{ мм}$

3. рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot s^y \cdot t^x} \cdot K_v = \frac{47}{60^{0,2} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 8^0} \cdot 0,69 \approx 98 \text{ м / мин},$$

где $C_v = 47$ – коэффициент,

$m = 0,2, x = 0, y = 0,8$ – показатели степени для резцов с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6 ;

$T = 60 \text{ мин}$ – среднее значение стойкости инструмента;

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,69$ – поправочный коэффициент;

4. рассчитываем силу резания:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 408 \cdot 8^{0,72} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 100^0 \cdot 1,5 = 3,9 \text{ кН},$$

где $C_p = 408$ – коэффициент,

$n = 0, x = 0,72, y = 0,8$ – показатели степени для резцов с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6 ;

$t = 8 \text{ мм}$ – ширина лезвия отрезного резца;

$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,2 \cdot 1,08 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,5$ – поправочный

коэффициент;

Выбираем токарный станок с ЧПУ (Turret LM type) DMC DL 10TH (11 кВт)

Для расточки:

1. назначаем подачу : $s = 0,1 \text{ мм / об.}$

2. назначаем глубину резания на один проход: $t = 2 \text{ мм.}$

3. рассчитываем скорость резания: $V_p = 0,9V = 0,9 \cdot 170 = 153 \text{ м / мин},$

4. рассчитываем силу резания:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 153^{-0,15} \cdot 1,46 = 3,1 \text{ кН},$$

где $C_p = 300$ – коэффициент,

$n = -0,15, x = 1, y = 0,75$ – показатели степени для резцов с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6 ;

$t = 2 \text{ мм}$ – глубина резания;

$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp} = 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 0,71 = 1,46$ – поправочный коэффициент;

5. находим мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1,1 \cdot 153}{1020 \cdot 60} \approx 1,9 \text{ кВт},$$

Выбираем резец токарный расточной 2140-0281 с пластиной из твердого сплава Т15К6 по ГОСТ 26612-85.

Для сверления:

1. назначаем подачу : $s = 0,52 \text{ мм / об.}$

2. назначаем глубину резания: $t = D / 2 = 20 \text{ мм.}$

3. рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 40^{0,4}}{70^{0,2} \cdot 0,52^{0,5}} \cdot 1,2 \approx 124 \text{ м / мин},$$

где $C_v = 9,8$ – коэффициент,

$m = 0,2, y = 0,5, q = 0,4$ – показатели степени для сверл из материала

быстрорежущей стали Р6М5 ;

$T = 70 \text{ мин}$ – среднее значение стойкости инструмента;

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{lv} = 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2$ – поправочный коэффициент;

$D = 40 \text{ мм}$ – диаметр отверстия;

4. рассчитываем силу резания и крутящий момент:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 40^1 \cdot 0,52^{0,7} \cdot 1,2 = 20,6 \text{ кН},$$

где $C_p = 68$ – коэффициент,

$q = 1, y = 0,7$ – показатели степени для сверл из материала быстрорежущей стали Р6М5 ;

$D = 40 \text{ мм}$ – диаметр отверстия;

$K_p = 1,2$ – поправочный коэффициент;

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 40^2 \cdot 0,52^{0,8} \cdot 1,2 = 3,9 \text{ Нм},$$

5. находим мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{1000 \cdot M_{кр} \cdot V}{9750 \cdot \pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 3,9 \cdot 124}{9750 \cdot 3,14 \cdot 40} \approx 0,7 \text{ кВт},$$

Выбираем сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком из быстрорежущей стали Т15К6 по ГОСТ 886-77.

Расчет режимов резания для фрезерной операции 045:

Для фрезерования:

1. назначаем подачу на зуб: $s_z = 0,08 \text{ мм}$

2. назначаем глубину резания: $t = 1,4 \text{ мм}$.

3. рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s_z^y \cdot t^x \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{234 \cdot 4^{0,44}}{80^{0,37} \cdot 0,08^{0,26} \cdot 1,4^{0,24} \cdot 4^{0,13} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,69 \approx 21 \text{ м / мин},$$

где $C_v = 280$ – коэффициент,

$m = 0,37, x = 0,24, y = 0,26, p = 0,13$ – показатели степени для фрез с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6 ;

$B = 14 \text{ мм}$ – ширина срезаемого слоя;

$T = 80 \text{ мин}$ – среднее значение стойкости инструмента;

$z = 4$ – число зубьев фрезы;

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,69$ – поправочный коэффициент;

4. рассчитываем силу резания и крутящий момент:

$$P = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 1,4^{0,85} \cdot 0,08^{0,75} \cdot 14 \cdot 4}{4,5^{0,73} \cdot 1486^{-0,13}} \cdot 1,2 = 1,44 \text{ кВт},$$

где $C_p = 12,5$ – коэффициент,

$q = 0,73, x = 0,85, y = 0,75, w = -0,13$ – показатели степени для фрез с материалом режущей части из твердого сплава Т15К6 ;

$t = 1,4 \text{ мм}$ – глубина резания;

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 21}{3,14 \cdot 4,5} = 1486,1 \text{ об / мин} - \text{частота вращения};$$

$K_{mp} = 1,2$ – поправочный коэффициент;

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{200} = \frac{1440 \cdot 4,5}{200} = 32,4 \text{ Нм},$$

5. находим мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1,4 \cdot 21}{1020 \cdot 60} \approx 0,48 \text{ кВт},$$

Выбираем вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-1 .

Для сверления:

1. назначаем подачу : $s = 0,06 \text{ мм / об.}$

2. рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{7 \cdot 4^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,06^{0,7}} \cdot 1,2 \approx 51 \text{ м / мин},$$

где $C_v = 7$ – коэффициент,

$m = 0,2, y = 0,7, q = 0,4$ – показатели степени для сверл из материала

быстрорежущей стали Р6М5 ;

$T = 15 \text{ мин}$ – среднее значение стойкости инструмента;

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{lv} = 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2$ – поправочный коэффициент;

$D = 4 \text{ мм}$ – диаметр отверстия;

3. рассчитываем силу резания и крутящий момент:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 4^1 \cdot 0,06^{0,7} \cdot 1,2 = 455 \text{ Н},$$

где $C_p = 68$ – коэффициент,

$q = 1, y = 0,7$ – показатели степени для сверл из материала быстрорежущей стали

Р6М5 ;

$D = 4 \text{ мм}$ – диаметр отверстия;

$K_p = 1,2$ – поправочный коэффициент;

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 4^2 \cdot 0,06^{0,8} \cdot 1,2 = 0,7 \text{ Нм},$$

4. находим мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{1000 \cdot M_{кр} \cdot V}{9750 \cdot \pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 0,7 \cdot 51}{9750 \cdot 3,14 \cdot 4} \approx 0,2 \text{ кВт},$$

Выбираем сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком из быстрорежущей стали Т15К6 по ГОСТ 886-77.

Для нарезания резьбы:

1. назначаем подачу : $s = 1 \text{ мм / об.}$

2. назначаем число рабочих ходов: $i = 4$

3. назначаем глубину резания: $t = 1 \text{ мм.}$

4. рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{64,8 \cdot 5^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 1,5^{0,5}} \cdot 1,2 \approx 7,6 \text{ м / мин},$$

где $C_v = 64,8$ – коэффициент,

$m = 0,9, y = 0,5, q = 1,2$ – показатели степени для машинных метчиков из материала быстрорежущей стали Р6М5 ;

$T = 90 \text{ мин}$ – среднее значение стойкости инструмента;

$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{lv} = 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2$ – поправочный коэффициент;

$D = 5 \text{ мм}$ – диаметр отверстия;

5. рассчитываем силу резания и крутящий момент:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot P^y}{i^n} \cdot K_{mp} = \frac{10 \cdot 1,5^{1,5}}{4} \cdot 1,2 = 55 \text{ Н},$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,027 \cdot 4^2 \cdot 1,5^{1,5} \cdot 1,2 = 9,5 \text{ Нм},$$

6. находим мощность резания:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{975} = \frac{1000 \cdot M_{кр} \cdot V}{975 \cdot \pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 9,5 \cdot 7,6}{975 \cdot 3,14 \cdot 5} \approx 0,1 \text{ кВт},$$

Метчик машинно-ручной М5х1,0 для глухих отверстий с шахматным расположением зубьев

Расчет режимов резания для внутришлифовальных операций 060, 070:

1. назначаем подачу: $s = 0,3 \text{ мм}$

2. назначаем глубину резания на один проход: $t = 0,005 \text{ мм}$.

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 12000}{60000} \approx 20 \text{ м / мин},$$

3. рассчитываем скорость резания:

где $D = 32 \text{ мм}$ – диаметр шлифовального круга,

$n = 12000 \text{ об / мин}$ – частота вращения шлифовального круга, об/мин ;

4. рассчитываем силу резания и крутящий момент:

$$P = C_p \cdot V^{0,7} \cdot s^{0,7} \cdot t^{0,6} = 2,1 \cdot 20^{0,7} \cdot 0,3^{0,7} \cdot 0,005^{0,6} = 0,3 \text{ кН},$$

где $C_p = 2,1$ – коэффициент,

$V = 20 \text{ м / мин}$ – скорость резания ;

$t = 0,005 \text{ мм}$ – глубина резания;

5. находим мощность резания:

$$N = C_N \cdot V^r \cdot t^x \cdot b^z = 0,27 \cdot 20^{0,5} \cdot 0,005 \cdot 46,8 \approx 0,28 \text{ кВт},$$

Выбираем 3К228А станок внутришлифовальный универсальный (N=7,5 кВт)

Расчет режимов резания для плоскошлифовальной операции 080:

1. назначаем подачу:

2. назначаем глубину резания на один проход: $t = 0,02 \text{ мм}$.

3. рассчитываем скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 12000}{60000} \approx 50 \text{ м / мин},$$

где $D = 80 \text{ мм}$ – диаметр шлифовального круга,

$n = 12000 \text{ об / мин}$ – частота вращения шлифовального круга, об/мин ;

4. рассчитываем силу резания и крутящий момент:

$$P = C_p \cdot V^{0,7} \cdot s^{0,7} \cdot t^{0,6} = 2,1 \cdot 50^{0,7} \cdot 0,3^{0,7} \cdot 0,005^{0,6} = 0,3 \text{ кН},$$

где $C_p = 2,1$ – коэффициент,

$V = 50 \text{ м / мин}$ – скорость резания ;

$t = 0,005 \text{ мм}$ – глубина резания;

5. находим мощность резания:

$$N = C_N \cdot V^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 0,52 \cdot 50^1 \cdot 0,02^{0,8} \cdot 0,3^{0,8} \cdot 80 \approx 0,76 \text{ кВт},$$

Выбираем 3Б722 станок плоскошлифовальный с горизонтальным шпинделем универсальный (N=7,5 кВт)

Таблица 3 – Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
005 Токарная	1К625 - Станок токарно-винторезный универсальный	Резец токарный проходной отогнутый 2102-0031 с пластиной из твердого сплава Т15К6 по ГОСТ 18877-73. Резец токарный отрезной 2130-0259 ВК6 ГОСТ 18884-73.	Трехкулачковый патрон 7100-0011 ГОСТ 2675-80. Резцовый блок
015 Токарная	1К625 - Станок токарно-винторезный универсальный	Резец токарный проходной отогнутый 2102-0031 с пластиной из твердого сплава Т15К6 по ГОСТ 18877-73.	
025 Токарная с ЧПУ (Установ А)	Токарный станок с ЧПУ (Turret LM type) DMC DL 10TH (10 - позиционный инструментальный револьвер)	Сверло центровочное Ø5 мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75 Т15К6 Сверло Ø40 ОСТ 2И 20-2-80 ГОСТ 2034-80. Резец расточной 2141-0611 ГОСТ 20874-75-Т15К6.	Приспособление «Стакан» Резцовый блок
025 Токарная с ЧПУ (Установ Б)	Токарный станок с ЧПУ (Turret LM type) DMC DL 10TH (10 - позиционный инструментальный револьвер)	Резец расточной 2141-0611 ГОСТ 20874-75-Т15К6.	

Продолжение таблицы 3

035 Токарная с ЧПУ (Установ А)	Токарный станок с ЧПУ (Turret LM type) DMC DL 10TH (10 - позиционный инструментальный револьвер)	Резец 2103-0723 с пластиной из твердого сплава T15K6 по ГОСТ 20872-80.	Оправка 7112-1506-III ГОСТ 31.1066.02-88 Резцовый блок
035 Токарная с ЧПУ (Установ Б)	Токарный станок с ЧПУ (Turret LM type) DMC DL 10TH (10 - позиционный инструментальный револьвер)	Резец 2103-0723 с пластиной из твердого сплава T15K6 по ГОСТ 20872-80.	Оправка 7112-1506-III ГОСТ 31.1066.02-88 Резцовый блок
045 Фрезерная с ЧПУ (Установ А)	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-1	Фреза концевая твердосплавная Ø4,5 2220-0185 ГОСТ 18372-73 Сверло центровочное Ø1 мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75 T15K6 Сверло Ø4 ОСТ 2И 20-2-80 ГОСТ 2034-80 Метчик машинно-ручной М5х1 T15K6 ГОСТ 3266	Оправка 7112-1501-III ГОСТ 31.1066.02-88 Цанговый патрон Optimum ISO 40 DIN 69871/ER32 Патрон сверлильный 82 В12 ГОСТ 8522-79 Цанговый патрон Optimum ISO 40 DIN 69871/ER16
045 Фрезерная с ЧПУ (Установ Б)	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-1	Сверло центровочное Ø1 мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75 T15K6 Сверло Ø4 ОСТ 2И 20-2-80 ГОСТ 2034-80 Метчик машинно-ручной М5х1 T15K6 ГОСТ 3266	
050 Слесарная	Стол слесарный	Надфиль плоск.остр. 2826-0048 ГОСТ 1513-77	Тиски 7827-0281 ГОСТ 4045-75

Продолжение таблицы 3

060 Внутришлифовальная	Станок внутришлифовальный 3K228A	Шлифовальный круг 1 500 ´ 50 ´ 305 25A 10-П С2 7 К 1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83	Оправка 7112-1499- III ГОСТ 31.1066.02- 88 Фланцы круга 125.22 ГОСТ 30676- 2000
070 Внутришлифовальная (установ А)	Станок внутришлифовальный 3K228A	Шлифовальный круг 1 500 ´ 50 ´ 305 25A 10-П С2 7 К 1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83	Оправка 7112-1506- III ГОСТ 31.1066.02- 88 Фланцы круга 125.22 ГОСТ 30676- 2000
070 Внутришлифовальная (установ Б)	Станок внутришлифовальный 3K228A	Шлифовальный круг 1 500 ´ 50 ´ 305 25A 10-П С2 7 К 1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83	Оправка 7112-1506- III ГОСТ 31.1066.02- 88 Фланцы круга 125.22 ГОСТ 30676- 2000

Продолжение таблицы 3

080 Плоскошлифовальная (установ А)	Станок плоскошлифовальный 3Б722	Круг шлифовальный ПП 175*20*32 25А F60 К L (25 CM)	Оправка 7112-1506- III ГОСТ 31.1066.02- 88 Фланцы круга 125.22 ГОСТ 30676- 2000
080 Плоскошлифовальная (установ Б)	Станок плоскошлифовальный 3Б722	Круг шлифовальный ПП 175*20*32 25А F60 К L (25 CM)	Оправка 7112-1506- III ГОСТ 31.1066.02- 88 Фланцы круга 125.22 ГОСТ 30676- 2000
090 Слесарная	Стол слесарный	Надфиль плоск.остр. 2826-0048 ГОСТ 1513- 77	Тиски 7827-0281 ГОСТ 4045-75
095 Промывочная	Промывочная ванна	Раствор по ТТП 01279- 00001	
100 Гальваническая	Гальваническая ванна	Реагенты по ГОСТ 9.306-85	
110 Консервация		Материалы по ТТП 60270-00001, вар.6	

Таблица 4 – Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Токарная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1-1 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Фасочный шаблон INSIZE 1267-6
015 Токарная	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89. Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Фасочный шаблон INSIZE 1267-6
025 Токарная с ЧПУ (Установ А)	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89. Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Фасочный шаблон INSIZE 1267-6
025 Токарная с ЧПУ (Установ Б)	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89. Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Фасочный шаблон INSIZE 1267-6
035 Токарная с ЧПУ	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Фасочный шаблон INSIZE 1267-6
045 Фрезерная с ЧПУ (Установ А)	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Угломер нониусный 4 типа 4УМ ГОСТ 5378-88 Шаблоны резьбовые М5 ГОСТ 519-77 Шаблоны радиусные ГОСТ 4126

Продолжение таблицы 4

045 Фрезерная с ЧПУ (Установ Б)	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89 Шаблоны резьбовые М5 ГОСТ 519-77
060 Внутришлифовальная	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Глубиномер индикаторный ГИ- 105 0,01 ГОСТ 7661-67
070 Внутришлифовальная (Установ А)	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Глубиномер индикаторный ГИ- 105 0,01 ГОСТ 7661-67
070 Внутришлифовальная (Установ Б)	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Глубиномер индикаторный ГИ- 105 0,01 ГОСТ 7661-67
080 Плоскошлифовальная (Установ А)	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Глубиномер индикаторный ГИ- 105 0,01 ГОСТ 7661-67
080 Плоскошлифовальная (Установ Б)	Инструментальный визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости ГОСТ 9378-75 Глубиномер индикаторный ГИ- 105 0,01 ГОСТ 7661-67

2.9 Расчет норм времени технологического процесса

Для машиностроительного производства штучное время определяется так:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_{в} + T_{обс} + T_{п},$$

где $T_{оп}$ - операционное время — время, затрачиваемое непосредственно на изменение размеров, формы и свойств;

$T_{в}$ - вспомогательное время — время, затрачиваемое на выполнение приемов, которые необходимы для последующего изменения состояния предмета труда (установ, крепление, снятие, подвод-отвод инструмента, измерение, управление механизмами и др.);

$T_{обс}$ - время обслуживания рабочего места — время, затрачиваемое исполнителем на поддержание СТО в работоспособном состоянии, а также на уход за ними и рабочим местом.

$$T_{обс} = T_t + T_{орг},$$

где T_t - время технического обслуживания — смена затупившегося инструмента, его настройка и наладка.

$T_{орг}$ — подготовка рабочего места, его уборка, смазка механизмов при необходимости.

$T_{п}$ - время на личные потребности — время на дополнительный отдых.

Операционное время определяется по формуле:

$$T_{оп} = \frac{L \cdot i}{S_M};$$

где $L = l + l_{BP} + l_{CX}$ — длина обработки;

i — число рабочих ходов;

S_M — минутная подача инструмента.

Вспомогательное время определяется по формуле:

$$T_{в} = 0,15 \cdot T_{оп}.$$

Время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = T_t + T_{орг};$$

Время технического обслуживания T_t равно 6% от $T_{оп}$;

Время организационного обслуживания $T_{орг}$ равно 0,6 - 8 % от $T_{оп}$.

Время на личные потребности $T_{п}$ равно 2,5% от $T_{оп}$.

Расчет норм времени для токарной операции 005:

Для точения:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{СХ}} + l_{\text{БР}} = 116,7 + 1 + 1 + 1 = 119,7 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = 55 \text{ м / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=1$.

4. основное время:

$$T_{\text{оп}} = \frac{119,7 \cdot 1}{55} = 2,18 \text{ мин};$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{\text{оп}} = 0,15 \cdot 2,18 = 0,33 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{\text{оп}} + T_B = 2,51 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обс}} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,35 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{\text{л}} = 0,025T_{\text{оп}} = 0,025 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_B + T_{\text{обс}} + T_{\text{л}} = 2,18 + 0,33 + 0,35 + 0,025 = 2,89 \text{ мин}$$

Для подрезки торца:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{СХ}} + l_{\text{БР}} = 1,8 + 1 + 1 = 3,8 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 0,5 \cdot 1200 = 600 \text{ м / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{оп} = \frac{3,8 \cdot 1}{600} = 0,006 \text{ мин};$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 0,006 = 0,0004 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{оп} + T_B = 0,0064 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,009 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{л} = 0,025T_{оп} = 0,0015 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_B + T_{обс} + T_{л} = 0,006 + 0,0004 + 0,009 + 0,0015 = 0,02 \text{ мин}$$

Для отрезания:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{сх} + l_{вр} = 8 + 1 + 1 + 1 = 11 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 0,2 \cdot 1000 = 200 \text{ м / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{оп} = \frac{11 \cdot 1}{200} = 0,21 \text{ мин};$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 0,21 = 0,032 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{оп} + T_B = 0,24 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,034 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{\Pi} = 0,025T_{\text{оп}} = 0,005 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} + T_{\text{обс}} + T_{\Pi} = 0,21 + 0,032 + 0,034 + 0,005 = 0,28 \text{ мин}$$

Расчет норм времени для токарной операции 015:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 1,8 + 1 + 1 = 3,8 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 0,5 \cdot 1200 = 600 \text{ м / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{\text{оп}} = \frac{3,8 \cdot 1}{600} = 0,006 \text{ мин};$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_{\text{в}} = 0,15 \cdot T_{\text{оп}} = 0,15 \cdot 0,006 = 0,0004 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_{\text{о}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} = 0,0064 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обс}} = 0,06T_{\text{о}} + 0,08T_{\text{о}} = 0,009 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{\Pi} = 0,025T_{\text{оп}} = 0,0015 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{в}} + T_{\text{обс}} + T_{\Pi} = 0,006 + 0,0004 + 0,009 + 0,0015 = 0,02 \text{ мин}$$

Расчет норм времени для токарной операции 025:

Для центровки:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}} = 7,5 + 1 + 1 = 9,5 \text{ мм.}$$

2.определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 0,52 \cdot 1200 = 624 \text{ м / мин}$$

3.число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{оп} = \frac{9,5 \cdot 1}{624} = 0,02 \text{ мин};$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 0,19 = 0,003 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{оп} + T_B = 0,023 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,003 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{л} = 0,025T_{оп} = 0,0005 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_B + T_{обс} + T_{л} = 0,02 + 0,003 + 0,003 + 0,0005 = 0,031 \text{ мин}$$

Для сверления:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{сх} + l_{вр} = 116,7 + 1 + 3 + 1 = 120,7 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 0,52 \cdot 1200 = 624 \text{ м / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{оп} = \frac{120,7 \cdot 1}{624} = 0,19 \text{ мин};$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 0,19 = 0,03 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{оп} + T_B = 0,22 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,03 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{л} = 0,025T_{оп} = 0,005 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_B + T_{обс} + T_{л} = 0,19 + 0,03 + 0,03 + 0,005 = 0,26 \text{ мин}$$

Для расточки:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{сх} + l_{вр} = 93,6 + 1 + 1 = 95,6 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 0,1 \cdot 1486 = 148,6 \text{ м / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{оп} = \frac{95,6 \cdot 1}{148,6} = 0,64 \text{ мин;}$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 0,64 = 0,096 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{оп} + T_B = 0,74 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,1 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{л} = 0,025T_{оп} = 0,016 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_B + T_{обс} + T_{л} = 0,64 + 0,096 + 0,1 + 0,016 = 0,852 \text{ мин}$$

Расчет норм времени для токарной операции 035:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{СХ}} + l_{\text{БР}} = 100,7 + 1 + 1 + 1 = 103,7 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = 100 \text{ м / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{\text{оп}} = \frac{103,7 \cdot 1}{100} = 1,04 \text{ мин};$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{\text{оп}} = 0,15 \cdot 2,18 = 0,16 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{\text{оп}} + T_B = 1,2 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обс}} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,2 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{\text{л}} = 0,025T_{\text{оп}} = 0,026 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_B + T_{\text{обс}} + T_{\text{л}} = 1,04 + 0,16 + 0,2 + 0,026 = 1,43 \text{ мин}$$

Расчет норм времени для фрезерной операции 045:

Для фрезерования:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$\begin{aligned} L &= l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{БР}} + l_{\text{СХ}} = 2(2 \cdot 4,5 \cdot \arcsin \frac{4,3}{2 \cdot 4,5}) + 2(\sqrt{21,16^2 + 9,3^2}) + \\ &+ 2(2 \cdot 33,5 \cdot \arcsin \frac{17}{2 \cdot 33,5}) + 2(2 \cdot 2,5 \cdot \arcsin \frac{2,5}{5}) + 2(2 \cdot 4,5 \cdot \arcsin \frac{3,8}{2 \cdot 4,5}) = \\ &= 83,4 + 6 + 1 + 5 = 95,4 \text{ мм.} \end{aligned}$$

2.определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,3 \cdot 7200 = 2160 \text{ мм / мин}$$

3.число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{оп} = \frac{95,4 \cdot 1}{2160} = 0,044 \text{ мин};$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 0,19 = 0,007 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{оп} + T_B = 0,051 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,007 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{л} = 0,025T_{оп} = 0,001 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_B + T_{обс} + T_{л} = 0,044 + 0,007 + 0,007 + 0,001 = 0,059 \text{ мин}$$

Для центровки:

1.определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{сх} + l_{вр} = 5 + 1 + 1 = 7 \text{ мм.}$$

2.определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 0,52 \cdot 1200 = 624 \text{ м / мин}$$

3.число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{оп} = \frac{9,5 \cdot 1}{624} = 0,015 \text{ мин};$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 0,015 = 0,0025 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{OP} + T_B = 0,018 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{OBC} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,0028 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{\Pi} = 0,025T_{OP} = 0,0003 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_{в} + T_{обс} + T_{п} = 0,015 + 0,0025 + 0,0028 + 0,0003 = 0,027 \text{ мин}$$

Для сверления:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{СХ}} + l_{\text{ВР}} = 16 + 1 + 1 = 18 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 0,06 \cdot 1200 = 72 \text{ м / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{OP} = \frac{18 \cdot 1}{72} = 0,25 \text{ мин;}$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{OP} = 0,15 \cdot 0,25 = 0,04 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{OP} + T_B = 0,29 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{OBC} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,04 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{\Pi} = 0,025T_{OP} = 0,006 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_{в} + T_{обс} + T_{п} = 0,25 + 0,04 + 0,04 + 0,006 = 0,37 \text{ мин}$$

Для нарезания резьбы:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{СХ}} + l_{\text{БР}} = 12 + 1 + 1 = 14 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot n = 1,5 \cdot 1200 = 1800 \text{ мм / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{\text{оп}} = \frac{14 \cdot 1}{1800} = 0,008 \text{ мин;}$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{\text{оп}} = 0,15 \cdot 0,25 = 0,001 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{\text{оп}} + T_B = 0,01 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{\text{обс}} = 0,06 T_O + 0,08 T_O = 0,0014 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{\text{л}} = 0,025 T_{\text{оп}} = 0,002 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_B + T_{\text{обс}} + T_{\text{л}} = 0,008 + 0,001 + 0,0014 + 0,002 = 0,012 \text{ мин}$$

Расчет норм времени для внутришлифовальной операции 070:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{\text{ПОД}} + l_{\text{БР}} + l_{\text{СХ}} = 46,8 + 1 + 1 + 5 = 53,8 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,3 \cdot 6500 = 1950 \text{ мм / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{оп} = \frac{53,8 \cdot 1}{1950} = 0,028 \text{ мин};$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 0,028 = 0,004 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{оп} + T_B = 0,032 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{обс} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,0045 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{л} = 0,025T_{оп} = 0,007 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{ш} = T_{оп} + T_B + T_{обс} + T_{л} = 0,028 + 0,004 + 0,0045 + 0,007 = 0,044 \text{ мин}$$

Расчет норм времени для плоскошлифовальной операции 080:

1. определяем расчетную длину обработки:

$$L = l + l_{под} + l_{вп} + l_{сх} = 0,2 + 1 + 1 = 2,2 \text{ мм.}$$

2. определяем минутную подачу:

$$S_M = S \cdot n = 0,3 \cdot 6500 = 1950 \text{ мм / мин}$$

3. число рабочих ходов $i=1$.

4. тогда основное время:

$$T_{оп} = \frac{2,2 \cdot 1}{1950} = 0,001 \text{ мин};$$

5. вспомогательное время операции:

$$T_B = 0,15 \cdot T_{оп} = 0,15 \cdot 0,001 = 0,00015 \text{ мин}$$

6. оперативное время:

$$T_O = T_{оп} + T_B = 0,00115 \text{ мин}$$

7. время обслуживания рабочего места:

$$T_{OBC} = 0,06T_O + 0,08T_O = 0,0001 \text{ мин}$$

8. время на личные потребности:

$$T_{\Pi} = 0,025T_{OP} = 0,0003 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{в} + T_{обс} + T_{п} = 0,001 + 0,000015 + 0,0001 + 0,0003 = 0,0014 \text{ мин}$$

Таблица 5 – Расчет норм времени технологического процесса

Операция		Основное время T_{OP}	Вспомогательное время $T_{в}$	Оперативное время T_O	Время обслуживания рабочего места T_{OBC}	Время на личные потребности и T_{Π}	Штучно - калькуляционное время $T_{шт}$
005 Токарная	Подрезка торцов	0,006	0,0004	0,0064	0,009	0,0015	0,02
	Точение	2,18	0,33	2,51	0,35	0,025	2,89
	Отрезание	0,21	0,032	0,24	0,034	0,005	0,28
015 Токарная	Точение	0,006	0,0004	0,0064	0,009	0,0015	0,02
025 Токарная с ЧПУ	Центровка	0,02	0,003	0,023	0,003	0,0005	0,031
	Сверление	0,19	0,03	0,22	0,03	0,005	0,26
	Расточка	0,64	0,096	0,74	0,1	0,016	0,852
035 Токарная с ЧПУ	Точение	1,04	0,16	1,2	0,2	0,026	1,43
045 Фрезерная с ЧПУ	Фрезерование	0,044	0,007	0,051	0,007	0,001	0,059
	Центровка	0,015	0,0025	0,018	0,0028	0,0003	0,027
	Сверление	0,25	0,04	0,29	0,04	0,006	0,37
	Резьбонарезание	0,008	0,001	0,01	0,0014	0,002	0,012
060 Внутренняя шлифовальная	Шлифование	0,025	0,002	0,029	0,0032	0,005	0,039

Продолжение таблицы 5

070 Внутриспиральная шлифовка	Шлифование	0,028	0,004	0,032	0,0045	0,007	0,044
080 Плоскостная шлифовка	Шлифование	0,001	0,00015	0,00115	0,0001	0,0003	0,014

2.10 Разработка управляющей программы

Чтобы обработать деталь на станках с ЧПУ, необходимо разработать соответствующую управляющую программу для каждой технологической операции. В управляющую программу включены все необходимые параметры для обработки: скорость вращения шпинделя, подача инструмента, траектория движения инструмента, направление вращения шпинделя и т.д.

Для токарной операции:

N10 T1/01/ M6 ' CHANGE TO TOOL # 1	N100 G0 X2.7106 Z0.1178
N15 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000	N105 G1 X2.7106 Z-3.7362 F0.0394
N20 G0 X3.1658 Z-0.0669	N110 G1 X2.9921 Z-3.7362 F0.0394
N25 M8	N115 G1 X3.02 Z-3.7223 F0.0394
N30 G1 X-0.0625 Z-0.0669 F0.0394	N120 G0 X3.02 Z0.1178
N35 G1 X-0.0625 Z0. F0.0394	N125 G1 X2.4291 Z0.1178 F0.0394
N40 G1 X-0.0347 Z0.0139 F0.0394	N130 G1 X2.4291 Z-3.7362 F0.0394
N45 G0 X-0.0347 Z0.1181	N135 G1 X2.7106 Z-3.7362 F0.0394
N50 G0 X3.1658 Z0.1181 T1	N140 G1 X2.7385 Z-3.7223 F0.0394
N55 S1000 M4 'SET RPM TO 1000	N145 G0 X2.7385 Z-0.0315
N60 G0 X3.2283 Z0.0869	N150 G1 X2.4291 Z-0.0315 F0.0394
N65 G0 X2.8425 Z0.0869	N155 G1 X2.3706 Z-3.7362 F0.0394
N70 G1 X2.8425 Z-4.6966 F0.0394	N160 G1 X2.4291 Z-3.7362 F0.0394
N75 G1 X2.9921 Z-4.6966 F0.0394	N165 G1 X2.457 Z-3.7223 F0.0394
N80 G1 X3.02 Z-4.6827 F0.0394	N170 G0 X3.2283 Z-3.7223
N85 G0 X3.2283 Z-4.6827	N175 G0 X9.8425 Z4.9213 T2/02/ '
N90 G0 X3.2283 Z0.1178 T1	CHANGE TO TOOL # 2
N95 S1000 M4 'SET RPM TO 1000	N180 S178 M4 ' SET RPM TO 178

N185 G0 X0. Z0.1181
N190 G1 X0. Z-1.5748 F0.0242
N195 G0 X0. Z0.1181
N200 G0 X0. Z-1.4567
N205 G1 X0. Z-3.1496 F0.0242
N210 G0 X0. Z0.1181
N215 G0 X0. Z-3.0315
N220 G1 X0. Z-4.7244 F0.0242
N225 G0 X0. Z0.1181
N230 G0 X0. Z-4.6063
N235 G1 X0. Z-5.3432 F0.0242
N240 G0 X0. Z0.1181
N245 G0 X9.8425 Z4.9213 T3/03/ '
CHANGE TO TOOL # 3
N250 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
N255 G0 X1.9606 Z0.1181
N260 G1 X1.9606 Z-1.7677 F0.0083
N265 G1 X1.5748 Z-1.7677 F0.0083
N270 G1 X1.547 Z-1.7538 F0.0083
N275 G0 X1.3386 Z-1.7538
N280 G0 X1.3386 Z0.1181
N285 G0 X9.8425 Z4.9213 T1/01/ '
CHANGE TO TOOL # 1
N290 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
N295 G0 X3.1658 Z-0.063
N300 M8
N305 G1 X-0.0625 Z-0.063 F0.0394
N310 G1 X-0.0625 Z-0.0472 F0.0394
N315 G1 X-0.0347 Z-0.0333 F0.0394
N320 G0 X-0.0347 Z0.1181
N325 G0 X3.1658 Z0.1181 T1
N330 S1000 M4 'SET RPM TO 1000
N335 G0 X3.2283 Z0.1181
N340 G0 X2.6811 Z0.1181
N345 G1 X2.6811 Z-0.5866 F0.0394

N350 G1 X2.9921 Z-0.5866 F0.0394
N355 G1 X3.02 Z-0.5727 F0.0394
N360 G0 X3.02 Z0.1181
N365 G1 X2.3701 Z0.1181 F0.0394
N370 G1 X2.3701 Z-0.5866 F0.0394
N375 G1 X2.6811 Z-0.5866 F0.0394
N380 G1 X2.7089 Z-0.5727 F0.0394
N385 G0 X3.2283 Z-0.5727
N390 G0 X9.8425 Z4.9213 T3
CHANGE TO TOOL # 3
N395 S1000 M4 ' SET RPM TO 1000
N400 G0 X0.3921 Z0.1181
N405 G1 X0.3921 Z-1.9646 F0.0083
N410 G1 X0. Z-1.9646 F0.0083
N415 G1 X-0.0278 Z-1.9506 F0.0083
N420 G0 X-0.0278 Z0.1181
N425 G1 X0.7843 Z0.1181 F0.0083
N430 G1 X0.7843 Z-1.9646 F0.0083
N435 G1 X0.3921 Z-1.9646 F0.0083
N440 G1 X0.3643 Z-1.9506 F0.0083
N445 G0 X0.3643 Z0.1181
N450 G1 X1.1764 Z0.1181 F0.0083
N455 G1 X1.1764 Z-1.9646 F0.0083
N460 G1 X0.7843 Z-1.9646 F0.0083
N465 G1 X0.7564 Z-1.9506 F0.0083
N470 G0 X0.7564 Z0.1181
N475 G1 X1.5685 Z0.1181 F0.0083
N480 G1 X1.5685 Z-1.9646 F0.0083
N485 G1 X1.1764 Z-1.9646 F0.0083
N490 G1 X1.1485 Z-1.9506 F0.0083
N495 G0 X1.1485 Z0.1181
N500 G1 X1.9606 Z0.1181 F0.0083
N505 G1 X1.9606 Z-1.9646 F0.0083
N510 G1 X1.5685 Z-1.9646 F0.0083
N515 G1 X1.5407 Z-1.9506 F0.0083

N520 G0 X1.3386 Z-1.9506

N525 G0 X1.3386 Z0.1181

N530 G0 X9.8425 Z4.9213

N535 M02

Для фрезерной операции:

N0060 G54

N0065 T1 M6

N0070 S2000 F500

N0075 G0 X55.0 Y-30.333

N0080 Z2.5

N0085 G01 Z-0.5

N0090 X-55.0

N0095 Y-5.667

N0100 X55.0

N0105 Y19.0

N0110 X-55.0

N0115 Z25.0

N0120 X25.355 Y74.56

N0125 Z2.5

N0130 G01 Z-1.5 F150.

N0135 X35.417 Y54.996 F300.

N0140 G02 X54.996 Y35.417 I-35.417 J-54.996

N0145 G01 X74.56 Y25.355

N0150 Y-25.355

N0155 X54.996 Y-35.417

N0160 G02 X35.417 Y-54.996 I-54.996 J35.417

N0165 G01 X25.355 Y-74.56

N0170 X-25.355

N0175 X-35.417 Y-54.996

N0180 G02 X-54.996 Y-35.417 I35.417 J54.996

N0185 G01 X-74.56 Y-25.355

N0190 Y25.355

N0195 X-54.996 Y35.417

N0200 G02 X-35.417 Y54.996 I54.996 J-35.417

N0205 G01 X-25.355 Y74.56

N0210 X0.644 Y52.089 I26.329 J4.187

N0215 G02 X0.644 Y52.089 I-0.644 J-52.089

N0220 Z25.0

N0225 X25.355 Y74.56

N0230 Z2.5

N0235 G01 Z-2.5 F150.

N0240 X35.417 Y54.996 F300.

N0245 G02 X54.996 Y35.417 I-35.417 J-54.996

N0250 G01 X74.56 Y25.355

N0255 Y-25.355

N0260 X54.996 Y-35.417

N0265 G02 X35.417 Y-54.996 I-54.996 J35.417

N0270 G01 X25.355 Y-74.56

N0275 X-25.355

N0280 X-35.417 Y-54.996

N0285 G02 X-54.996 Y-35.417 I35.417 J54.996

N0290 G01 X-74.56 Y-25.355

N0295 Y25.355

N0300 X-54.996 Y35.417

N0305 G02 X-35.417 Y54.996 I54.996 J-35.417

N0310 G01 X-25.355 Y74.56

N0315 X0.644 Y52.089 I26.329 J4.187

N0320 G02 X0.644 Y52.089 I-0.644 J-52.089
N0325 Z25.0
N0330 Z5.
N0365 T2 M6
N0370 S2000 F150
N0375 X-36.093 Y0.
N0380 Z2.5
N0385 G01 Z-0.47
N0390 X-39.422 Y7.274 Z-0.813
N0395 X-36.093 Y0. Z-1.157
N0400 X-39.422 Y7.274 Z-1.5
N0405 X-36.093 Y0. F300.
N0410 X-35.177 Y0.762
N0415 X-34.792 Y1.89 I-1.812 J1.248 F150.
N0420 G02 X-34.792 Y1.89 I34.792 J-1.89 F339.
N0425 G02 X-34.444 Y5.26 I34.792 J-1.89
N0430 X-34.59 Y6.443 I-2.175 J0.332 F150.
N0435 G01 X-35.331 Y7.376 F300.
N0440 Z25.0
N0445 X-36.093 Y0.
N0450 Z2.5
N0455 G01 Z-0.47 F150.
N0460 X-39.422 Y7.274 Z-1.147
N0465 X-36.093 Y0. Z-1.823
N0470 X-39.422 Y7.274 Z-2.5
N0475 X-36.093 Y0. F300.
N0480 X-35.177 Y0.762
N0485 X-34.792 Y1.89 I-1.812 J1.248 F150.
N0490 G02 X-34.792 Y1.89 I34.792 J-1.89 F339.
N0495 G02 X-34.444 Y5.26 I34.792 J-1.89
N0500 X-34.59 Y6.443 I-2.175 J0.332 F150.
N0505 G1 X-35.331 Y7.376 F300.

N0510 G0Z25.0
N0515 X41.792 Y26.217
N0520 G0Z2.5
N0525 G1 Z-1.5 F150.
N0530 X39.0 Y22.816 F300.
N0535 G2 X38.943 Y22.484 I-23.578 J3.895
N0540 G2 X39.0 Y22.463 I-8.1 J-22.484
N0545 G1 X43.333 Y23.23
N0550 X41.792 Y27.205
N0555 X39.0 Y30.606
N0560 G3 X35.992 Y38.875 I-23.578 J-3.895
N0565 G1 X35.946 Y43.275
N0570 X32.327 Y43.381
N0575 X32.738 Y39.0
N0580 G2 X35.773 Y20.654 I-17.317 J-12.289
N0585 G2 X39.0 Y19.605 I-4.93 J-20.654
N0590 G1 X43.363 Y20.172
N0595 X43.39 Y16.985
N0600 X39.0 Y16.683
N0605 G3 X32.091 Y18.528 I-8.157 J-16.683
N0610 G3 X29.344 Y39.0 I-16.67 J8.183
N0615 G1 X28.471 Y43.313
N0620 X23.973 Y43.119
N0625 X25.52 Y39.0
N0630 G2 X29.197 Y18.758 I-10.099 J-12.289
N0635 G1 X27.55 Y15.906
N0640 X30.843
N0645 G2 X39.0 Y13.655 I0. J-15.906
N0650 G1 X43.4 Y13.59
N0655 X43.357 Y9.817
N0660 X39.0 Y10.432

N0665 G3 X30.843 Y13.242 I-8.157 J-10.432
N0670 G1 X22.936
N0675 X26.89 Y20.09
N0680 G3 X22.043 Y38.179 I-11.468 J6.621
N0685 G3 X20.555 Y39.0 I-22.043 J-38.179
N0690 G1 X18.21 Y42.723
N0695 X11.107 Y42.355
N0700 X13.954 Y39.0
N0705 G2 X20.711 Y35.872 I-13.954 J-39.0
N0710 G2 X24.582 Y21.422 I-5.289 J-9.161
N0715 G1 X18.322 Y10.578
N0720 X30.843
N0725 G2 X39.0 Y6.735 I0. J-10.578
N0730 G1 X43.123 Y5.197
N0735 G0Z25.0
N0740 X-2.0 Y3.464
N0745 G0Z2.5
N0750 G1 Z-0.47 F150.
N0755 X2.0 Y-3.464 Z-0.813
N0760 X-2.0 Y3.464 Z-1.157
N0765 X2.0 Y-3.464 Z-1.5
N0770 X1.043 Y-1.807 F300.
N0775 G3 X2.086 Y0. I-1.043 J1.807
N0780 G2 X2.187 Y1.263 I7.914 J0.
N0785 G2 X1.043 Y1.807 I2.813 J7.397
N0790 G3 X-1.043 Y1.807 I-1.043 J-1.807
N0795 G2 X-2.187 Y1.263 I-3.957 J6.854
N0800 G2 X-2.086 Y0. I-7.813 J-1.263
N0805 G3 X-1.043 Y-1.807 I2.086 J0.
N0810 G2 X0. Y-2.526 I-3.957 J-6.854
N0815 G2 X1.043 Y-1.807 I5.0 J-6.134
N0820 G2 X1.709 Y-2.96 I0.333 J-0.577
N0825 G3 X2.375 Y-4.114 I0.333 J-0.577
N0830 G3 X4.75 Y0. I-2.375 J4.114

N0835 G2 X6.114 Y3.53 I5.25 J0.
N0840 G2 X2.375 Y4.114 I-1.114 J5.131
N0845 G3 X-2.375 Y4.114 I-2.375 J-4.114
N0850 G2 X-6.114 Y3.53 I-2.625 J4.547
N0855 G2 X-4.75 Y0. I-3.886 J-3.53
N0860 G3 X-2.375 Y-4.114 I4.75 J0.
N0865 G2 X0. Y-7.059 I-2.625 J-4.547
N0870 G2 X2.375 Y-4.114 I5.0 J-1.601
N0875 G0Z25.0
N0880 X2.372 Y-43.313
N0885 G0Z2.5
N0890 G1 Z-1.5 F150.
N0895 X1.499 Y-39.0 F300.
N0900 G2 X0. Y-37.056 I13.922 J12.289
N0905 G2 X-1.499 Y-39.0 I-15.422 J10.345
N0910 G1 X-2.372 Y-43.313
N0915 X-6.87 Y-43.119
N0920 X-5.323 Y-39.0
N0925 G3 X-1.647 Y-34.664 I-10.099
J12.289
N0930 G1 X0. Y-31.812
N0935 X1.647 Y-34.664
N0940 G3 X5.323 Y-39.0 I13.775 J7.953
N0945 G1 X6.87 Y-43.119
N0950 X13.206 Y-42.461
N0955 X10.489 Y-39.0
N0960 G2 X3.954 Y-33.332 I4.933 J12.289
N0965 G1 X0. Y-26.484
N0970 X-3.954 Y-33.332
N0975 G2 X-10.489 Y-39.0 I-11.468 J6.621
N0980 G1 X-13.206 Y-42.461
N0985 X-33.116 Y-43.173
N0990 X-34.511 Y-39.0
N0995 G2 X-39.0 Y-34.511 I34.511 J39.0
N1000 G1 X-43.173 Y-33.116

N1005 X-43.076 Y-28.686	N1175 X39.0 Y-13.954
N1010 X-39.0 Y-30.342	N1180 G2 X20.711 Y-35.872 I-39.0 J13.954
N1015 G3 X-30.342 Y-39.0 I39.0 J30.342	N1185 G2 X6.261 Y-32.0 I-5.289 J9.161
N1020 G1 X-28.686 Y-43.076	N1190 G1 X0. Y-21.156
N1025 X-23.812 Y-42.936	N1195 X-6.261 Y-32.0
N1030 X-25.778 Y-39.0	N1200 G2 X-20.711 Y-35.872 I-9.161
N1035 G2 X-39.0 Y-25.778 I25.778 J39.0	J5.289
N1040 G1 X-42.936 Y-23.812	N1205 G2 X-39.0 Y-13.954 I20.711 J35.872
N1045 X-42.723 Y-18.21	N1210 G1 X-42.355 Y-11.107
N1050 X-39.0 Y-20.555	N1215 G0Z25.0
N1055 G3 X-22.043 Y-38.179 I39.0 J20.555	N1220 X-43.333 Y23.23
N1060 G3 X-20.354 Y-39.0 I6.621 J11.468	N1225 G0Z2.5
N1065 G1 X-17.637 Y-42.461	N1230 G1 Z-1.5 F150.
N1070 G0Z25.0	N1235 X-39.0 Y22.463 F300.
N1075 X43.173 Y-33.116	N1240 G2 X-38.943 Y22.484 I8.157 J-
N1080 G0Z2.5	22.463
N1085 G1 Z-1.5 F150.	N1245 G2 X-39.0 Y22.816 I23.521 J4.227
N1090 X39.0 Y-34.511 F300.	N1250 G1 X-41.792 Y26.217
N1095 G2 X34.511 Y-39.0 I-39.0 J34.511	N1255 Y27.205
N1100 G1 X33.116 Y-43.173	N1260 X-39.0 Y30.606
N1105 X28.686 Y-43.076	N1265 G2 X-35.992 Y38.875 I23.578 J-
N1110 X30.342 Y-39.0	3.895
N1115 G3 X39.0 Y-30.342 I-30.342 J39.0	N1270 G1 X-35.946 Y43.275
N1120 G1 X43.076 Y-28.686	N1275 X-32.327 Y43.381
N1125 X42.936 Y-23.812	N1280 X-32.738 Y39.0
N1130 X39.0 Y-25.778	N1285 G3 X-35.773 Y20.654 I17.317 J-
N1135 G2 X25.778 Y-39.0 I-39.0 J25.778	12.289
N1140 G1 X23.812 Y-42.936	N1290 G3 X-39.0 Y19.605 I4.93 J-20.654
N1145 X17.637 Y-42.461	N1295 G1 X-43.363 Y20.172
N1150 X20.354 Y-39.0	N1300 X-43.39 Y16.985
N1155 G3 X22.043 Y-38.179 I-4.933	N1305 X-39.0 Y16.683
J12.289	N1310 G2 X-32.091 Y18.528 I8.157 J-
N1160 G3 X39.0 Y-20.555 I-22.043 J38.179	16.683
N1165 G1 X42.723 Y-18.21	N1315 G2 X-29.344 Y39.0 I16.67 J8.183
N1170 X42.355 Y-11.107	N1320 G1 X-28.471 Y43.313

N1325 X-23.973 Y43.119

N1330 X-25.52 Y39.0

N1335 G3 X-29.197 Y18.758 I10.099 J-
12.289

N1340 G1 X-27.55 Y15.906

N1345 X-30.843

N1350 G3 X-39.0 Y13.655 I0. J-15.906

N1355 G1 X-43.4 Y13.59

N1360 X-43.357 Y9.817

N1365 X-39.0 Y10.432

N1370 G2 X-30.843 Y13.242 I8.157 J-
10.432

N3860 X-0.011 Y0.006 F450.

N3870 M9 M5

N3875 G0 Z5.

N3880 T0M6

N3885 M30

2.11 Конструирование приспособления

Для получения отверстия со смещенной осью, с соблюдением требуемой точности эксцентриситета, разработали специальное приспособление (стакан). Данное приспособление применяется на токарной операции с ЧПУ 020.

Для надежного присоединения корпуса к основанию необходимо провести расчет шпилечных соединений:

1. назначаем количество шпилек, $i=4$
2. определяем нагрузку прилагаемую к каждой шпильке.

На шпилечные соединения действует сила веса P_y и сила вращающего момента F_t .

Вес заготовки равен:

$$P = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g = 7826 \cdot (((3,14 \cdot 54,5^2) \cdot 108,9 + (3,14 \cdot 79^2) \cdot 15) - (3,14 \cdot 36^2) \cdot 114,5) \cdot 9,8 = 11,4H,$$

где ρ – плотность Стали 40Х, кг/м^3 ;

V – объем приспособления.

Сила вращающего момента F_t равна:

$$F_t = \frac{M_{кр}}{r} = \frac{3,9}{0,067} = 58,2H,$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент на валу шпинделя;

r – расстояние от центра до шпилечных отверстий.

На каждую шпильку действуют силы :

$$P_{yi} = P_y / 4 = \frac{11,6}{4} = 2,85H$$

$$F_{ii} = F_t / 4 = \frac{14,6}{4} = 3,65H$$

3. результирующая сила, действующая на самую нагруженную шпильку
равна:

$$F = \sqrt{P_{yi}^2 + F_{ii}^2 - 2 \cdot P_{yi} \cdot F_{ii} \cdot \cos \gamma} = \sqrt{14,6^2 + 2,85^2 - 2 \cdot 14,6 \cdot 11,4 \cdot \cos 0} = 10,8H,$$

где γ – угол между векторами сил.

4. вычислим минимальный диаметр болта:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot [\tau_{cp}]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,8}{3,14 \cdot 88,75}} = 8_{мм},$$

где $[\tau_{cp}]$ – допустимое напряжение на срез.

Проведя все необходимые расчеты, для закрепления приспособления
применяем 4 шпильки М8.

3 Социальная ответственность

3.1 Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность (риск) воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для выбора опасных факторов на данном производстве используем ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Проанализировав всевозможные опасные и вредные факторы на данном производстве, занесем их в таблицу 6, приведем нормативные документы, которые регламентируют действие каждого выявленного фактора.

Таблица 6 – Опасные факторы при проведении технологических операций

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Токарная операция с ЧПУ, оборудование: токарный станок с ЧПУ (Turret LM type) DMC DL 10TH. 2. Фрезерная операция с ЧПУ, оборудование: вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-1. 3. Внутришлифовальная операция, оборудование: станок внутришлифовальный универсальный 3К228А. 3. Плоскошлифовальная операция, оборудование: станок плоскошлифовальный универсальный 3Б722.	1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны. 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны.	1. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования. 2. Электрический ток. 3. Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материала и заготовок. 4. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.	шум: СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96; вибрация: СанПиН 2.2.4/2.1.8.566-96; освещение: СанПиН 52.13330.2011; отопление: СанПиН 60.13330.2012; Электричество: ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ; Производственное оборудование: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ

Продолжение таблицы 6

1. Слесарная операция. 2. Промывочная операция. 3. Консервация. 4. Гальваническая.	1. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны. 2. Воздействие химических веществ.	1. Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования. 2. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования.	СанПиН микроклимат: 2.2.4.548-96; Безопасность рабочих мест: ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ; Производственные процессы: ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ.
---	--	---	---

Далее более подробно изучим выявленные вредные и опасные факторы. Рассмотрим каждый фактор на предмет источника возникновения фактора и характера природы фактора. Приведем допустимые нормы с необходимой размерностью, а также средства индивидуальной и коллективной защиты для минимизации воздействия фактора.

Отклонение параметров микроклимата

Основные виды работ, выполняемые рабочими, по степени физической тяжести, относятся к категории средних работ. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений, в соответствии с периодом года и категорией работ, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 предоставлены в таблице 7.

Таблица 7

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Категория Пб (233...290)	17-19	16-20	40-60	0,2
Теплый	Категория Пб (233...290)	19-21	18-22	40-60	0,2

В помещении должна быть предусмотрена система отопления, функционирующая в зимнее время, которая обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха.

Недостаточная освещенность

Освещённость – физическая величина, характеризующая освещение поверхности, создаваемое световым потоком, падающим на эту поверхность, измеряется в люксах (СИ) и обозначают её буквой Е.

Хорошее освещение действует тонизирующие, создаёт хорошее настроение, улучшает протекание основных процессов нервной высшей деятельности. Улучшение освещённости способствует улучшению работоспособности даже в тех случаях, когда процесс труда практически не зависит от зрительного восприятия. Работая при освещении плохого качества или низких уровней, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к головным болям. Причинами во многих случаях являются слишком низкие уровни освещенности, слепящее действие источников света и соотношение яркостей, которое недостаточно хорошо сбалансировано на рабочих местах.

В производственных помещениях, в случаях преимущественной работы с деталями, допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения деталей, инструментов и тд.). Освещенность на рабочих поверхностях столов в зоне размещения детали должна быть 300-500 лк. Согласно СП 52.13330.2011, коэффициент пульсации для производственных помещений не должен превышать 10-20%.

Основным источником света для общего освещения производственных помещений являются газоразрядные лампы. Нормы требуют применения их, как правило, для общего освещения помещений с работами разрядов I—V и VII, помещений без достаточного естественного света с постоянным

пребыванием работающих и для общего освещения в системе комбинированного освещения. Так как производственные помещения промышленных объектов имеют, как правило, значительную высоту, то для их освещения обычно применяются газоразрядные лампы высокого давления.

Электрический ток

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Цех производственного предприятия относится к категории помещений с повышенной опасностью, т.к. в помещении имеются токопроводящие пола, повышенная влажность и т.д. Оборудование должно подключаться к сети, которая имеет защитное заземление.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает тепловое (ожоги, нагрев сосудов), механическое (разрыв тканей, сосудов при судорожных сокращениях мышц), химическое (электролиз крови), биологическое (раздражение и возбуждение живой ткани) или комбинированное воздействие. Основными средствами и способами защиты от поражения электрическим током являются: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения; защитное заземление, зануление или отключение; вывешивание предупреждающих надписей; контроль за состоянием изоляции электрических установок.

Требования электробезопасности электроустановок производственного и бытового назначения на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации, а также технические способы и средства защиты, обеспечивающие электробезопасность электроустановок различного назначения приведены в ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».

К электрозащитным средствам относятся:

- изолирующие штанги всех видов;
- изолирующие клещи;
- указатели напряжения;
- сигнализаторы наличия напряжения индивидуальные и стационарные;
- устройства и приспособления для обеспечения безопасности работ при измерениях и испытаниях в электроустановках (указатели напряжения для проверки совпадения фаз, клещи электроизмерительные, устройства для прокола кабеля);
- диэлектрические перчатки, галоши, боты;
- диэлектрические ковры и изолирующие подставки;
- защитные ограждения (щиты и ширмы);
- изолирующие накладки и колпаки;
- ручной изолирующий инструмент;
- переносные заземления;
- плакаты и знаки безопасности;
- специальные средства защиты, устройства и приспособления изолирующие для работ под напряжением в электроустановках напряжением 110 кВ и выше;
- гибкие изолирующие покрытия и накладки для работ под напряжением в электроустановках напряжением до 1000 В;
- лестницы приставные и стремянки изолирующие стеклопластиковые.

Кроме перечисленных средств защиты в электроустановках применяются следующие средства индивидуальной защиты:

- средства защиты головы (каска защитные);
- средства защиты глаз и лица (очки и щитки защитные);
- средства защиты органов дыхания (противогазы и респираторы);
- средства защиты рук (рукавицы);

- средства защиты от падения с высоты (пояса предохранительные и канаты страховочные);

- одежда специальная защитная (комплекты для защиты от электрической дуги).

Термическая опасность

Источником данного фактора может возникнуть горячий инструмент, заготовка, поверхности оборудования и др. Характер фактора – физический.

Термические опасности могут приводить к следующим опасностям:

- ожогам и ошпариванию из-за соприкосновения с предметами или материалами, имеющими чрезвычайно высокую или низкую температуру, вызванную, например, пламенем или взрывом, а также излучением источников тепла;

- ущерб здоровью из-за воздействия высокой или низкой температуры окружающей производственной среды.

Работники, связанные с термической обработкой заготовки (детали) должны иметь при себе средства индивидуальной защиты: специальные защитные очки, индивидуальные средства защиты органов дыхания, перчатки, прихваты, прижимы и др. Данные средства защиты подойдут и для защиты от механических повреждений, таких как, острые кромки, шероховатость поверхностей заготовки и др.

3.2 Экологическая безопасность

В результате изготовления детали по технологическому процессу, был выявлен источник загрязнения гидросферы – использованная смазочно – охлаждающая жидкость для обработки детали.

Приготовление жидкости состоит в смешении масла с водой и эмульгатором. Все масляные эмульсии обладают большой устойчивостью. При обычном отстаивании в течение трех месяцев концентрация масла снижается всего на 10—20 %. Обычно срок службы эмульсий не превышает одного месяца.

Сброс отработанных СОЖ в канализацию наносит вред окружающей среде и является расточительным. Утилизация отработанных СОЖ проводится путем разрушения эмульсии, разделения ее на компоненты и очистки последних. Содержание масла в СОЖ достигает 50 г/л, а количество СОЖ, подлежащих замене на предприятии, составляет от 1 до 300 м³ /сут. Поэтому регенерация отработанных эмульсий на предприятиях экономически эффективна.

Для разрушения эмульсий применяют следующие методы:

- центрифугирование,
- реагентную коагуляцию,
- термический метод,
- а также их комбинацию.

На данном предприятии предлагается применять метод центрифугирования. В процессе центрифугирования при большой частоте вращения происходит разрушение коллоидной системы, в результате которого масло, имеющее меньшую плотность, чем вода, отделяется от дисперсионной среды. Для облегчения этого процесса в эмульсию добавляют кислоту, в присутствии которой разрушается гидратная оболочка эмульгатора на поверхности частиц масла. Содержание ее в смеси должно обеспечивать pH среды, равный 1-2, что требует изготовления центрифуги в кислотостойком исполнении. Таким образом, задача с утилизацией использованной смазочно-охлаждающей жидкости решена.

3.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайными ситуациями на производственном предприятии могут быть пожары. Основы пожарной безопасности определены по ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ 12.1.010-76. Все производства по пожарной опасности подразделяются на 5 категорий: А, Б, В, Г, Д. Производственное помещение, в

котором выполняется технологический процесс, относится к категории В. Причиной пожара могут быть: токи короткого замыкания, электрические перегрузки, выделение тепла, искрение в местах плохих контактов при соединении проводов, курение в неположенных местах.

3.3.1 Обоснование мероприятий по предотвращению пожара и разработка порядка действия в случае его возникновения

Тушение горящего электрооборудования под напряжением должно осуществляться имеющимися огнетушителями ОУ-5. Чтобы предотвратить пожар в производственном помещении, необходимо:

- содержать помещение в чистоте, убирать своевременно мусор. По окончании работы проводиться влажная уборка всех помещений;
- работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании;
- на видном месте должен быть вывешен план эвакуации из здания с указанием оборудования, которое нужно эвакуировать в первую очередь;
- уходящий из помещения последним должен проверить выключены ли нагревательные приборы, электроприборы, оборудование и т.д. и отключение силовой и осветительной электрической сети.

Также необходимо соблюдение организационных мероприятий:

- правильная эксплуатация приборов, установок;
- правильное содержание помещения;
- противопожарный инструктаж сотрудников аудитории;
- издание приказов по вопросам усиления ПБ;
- организация добровольных пожарных дружин, пожарно-технических комиссий;

- наличие наглядных пособий и т.п.

В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану по номеру 01 и покинуть помещение, руководствуясь планом пожарной эвакуации.

3.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

3.4.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности

Согласно трудовому кодексу РФ, принятому 26 декабря 2001 г., существует перечень регламентов касающихся правовых вопросов обеспечения безопасности, таких как:

- заключение трудового договора допускается с лицами, достигшими возраста шестнадцати лет, за исключением случаев, предусмотренных настоящим Кодексом, другими федеральными законами;

- лица, получившие общее образование или получающие общее образование и достигшие возраста пятнадцати лет, могут заключать трудовой договор для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда их здоровью;

- обязательному предварительному медицинскому осмотру при заключении трудового договора подлежат лица, не достигшие возраста восемнадцати лет, а также иные лица в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами;

- нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать сорока часов в неделю;

- во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы упражнений и осуществлять проветривание помещения.

3.4.2 Организационные вопросы обеспечения безопасности

Так как данный вид работ подразумевает возможное наличие угроз жизни (таких как работа в запылённом помещении, работа с горячим металлом, работа с подвижными частями механизмов), следует обеспечить работника всеми необходимыми мерами защиты – рабочими перчатками, для уменьшения травм от острых краёв металла; очками, для исключения попадания инородных тел в глаза и область глаз; спец.одеждой, как мерой индивидуальной защиты работника, а также другими средствами защиты в зависимости от выполняемой сотрудником работы. Каждому работнику должно быть предоставлено рабочее место с учётом специфики работы – если это сборочное место, то оно должно быть оснащено всем необходимым для сборки инструментом, должно быть удобным, а также освещённым в зависимости от размера собираемой детали; если это место работника-токаря, то рядом должны находиться инструментальные шкафы со всем необходимым инструментом, перед станком должна быть ровная и удобная поверхность, уровень света также должен быть достаточен для работы, чтобы сотруднику не приходилось подключать другие источники света.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Актуальность проведения экономического анализа по оценке деловой привлекательности научной разработки обусловлена тем, что в настоящее время проведение данного анализа позволяет вовремя устранить коммерчески малоэффективные варианты, следовательно, значительно повысить вероятность коммерциализации научной разработки. Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта. Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований; - планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик»

Для анализа потребителей услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик» был рассмотрен целевой рынок и проведено его сегментирование. Учитывая специфику результатов исследования, критериями сегментирования выбрана отрасль «машиностроение», выпускаемая продукция – «Эксцентрик», используемый тип производства – Среднесерийное производство. На основании этих критериев сформирована карта сегментирования рынка услуг по разработке

технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик» представленная на рисунке 21.

		Услуги по разработке технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик»
Тип серийного производства машиностроения	Мелкосерийное	

Рисунок 21 – Карта сегментирования рынка услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик»:

//// - Фирма Б

В ходе исследования выявлено, что предложения на рынке услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик» основаны на совершенствовании технологического процесса изготовления детали «валик передний» при крупносерийном производстве. Несмотря на наличие на данной нише высокого уровня конкуренции, разработанный в рамках выпускной квалификационной работы технологический процесс изготовления детали «Эксцентрик» ориентирован на реализацию в машиностроительных компаниях с крупносерийным производством. Преимущество разработанного технологического процесса перед уже существующими на рынке заключается в низкой металлоемкости и трудоемкости, в финансовой эффективности разработанного технологического процесса. В будущем при совершенствовании разработки возможно расширение рынка ее реализации за счет занятия оставшихся ниш (машиностроительные компании со среднесерийным и мелкосерийным производством).

4.1.2 Определение качества технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик» и его перспективности на рынке с помощью технологии QuaD

С целью измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющих принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект, применена технология QuaD. Результаты применения указанной технологии представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,04	85	100	0,85	0,034
2. Надежность	0,02	90	100	0,90	0,018
3. Унифицированность	0,02	55	100	0,55	0,011
4. Уровень материалоемкости разработки	0,3	75	100	0,75	0,22
5. Уровень шума	0,02	45	100	0,45	0,009
6. Безопасность	0,03	50	100	0,50	0,015
7. Простота эксплуатации	0,02	55	100	0,55	0,011
8. Повышение производительности труда	0,2	80	100	0,8	0,16
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
9. Конкурентоспособность продукта	0,10	80	100	0,80	0,08
10. Уровень проникновения на рынок	0,02	45	100	0,45	0,009
11. Перспективность рынка	0,03	75	100	0,75	0,022
12. Цена	0,20	90	100	0,90	0,18
13. Финансовая эффективность научной разработки	0,2	85	100	0,85	0,17
14. Срок выхода на рынок	0,03	45	100	0,45	0,0135
Итого	1				0,9525

Значение $P_{ср} = 95,25$ показывает, что перспективность технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик» на рынке является перспективной.

4.1.3 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик» посредством SWOT-анализа

С целью исследования внешней и внутренней среды проекта применен SWOT-анализ. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 9

Таблица 9 –Матрица SWOT

	Сильные стороны научно – исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса. С2. Высокая производительность труда. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами. С4. Низкая металлоемкость. С5. Конкурентоспособность проекта.	Слабые стороны научно – исследовательского проекта: Сл1. Проект ориентирован на использование современного оборудования. Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей. Сл3. Узкоспециализированное назначение разработки. Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца. Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.
Возможности: В1. Занятие дополнительных ниш на рынке за счет усовершенствования технологии. В2. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью. В4. Использование		

Продолжение таблицы 9

инновационной инфраструктуры ТПУ. В5.Повышение стоимости конкурентных разработок		
Угрозы: У1.Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2.Развитая конкуренция технологий производства. У3.Ограничения на экспорт технологий. У4.Сложная финансовая ситуация в экономике страны. У5.Наличие барьеров для входа на рынок.		

.

Результаты второго этапа SWOT-анализа приведены в таблице 10

Таблица 10 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	0	+	0	+
	В2	+	-	+	0	+
	В3	+	0	+	+	-
	В4	+	+	0	+	-
	В5	+	-	+	0	+
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	+	+	+	-	0
	В2	+	+	+	-	0
	В3	0	+	+	-	0
	В4	+	0	+	-	-
	В5	+	+	0	-	0
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	+	0	+	+	-
	У2	-	0	+	+	+

Продолжение таблицы 10

	У3	-	0	+	-	+
	У4	+	-	+	-	0
	У5	+	0	+	+	+
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	+	+	+	-	0
	У2	+	+	+	-	0
	У3	-	-	0	-	0
	У4	+	+	+	-	0
	У5	0	+	+	+	-

Результаты третьего этапа SWOT-анализа приведены в таблице 11

Таблица 11 – SWOT - анализ

	Сильные стороны научно – исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологического процесса. С2. Высокая производительность труда. С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами. С4. Низкая металлоемкость. С5. Конкурентоспособность проекта.	Слабые стороны научно – исследовательского проекта: Сл1. Проект ориентирован на использование современного оборудования. Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей. Сл3. Узкоспециализированное назначение разработки. Сл4. Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца. Сл5. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.
Возможности: В1. Занятие дополнительных ниш на рынке за счет усовершенствования технологии. В2. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследованиях. В3. Появление дополнительного спроса на новый продукт в связи с его экономичностью. В4. Использование	На базе развитой научной инфраструктуры ТПУ с наличием высококвалифицированных сотрудников возможно создание детали. Ожидаемая высокая прибыль, так как разработка конкурентоспособна и цена на конкурентные разработки высока.	После некоторого времени круг потенциальных потребителей расширится за счет усовершенствования технологических показателей разработки.

Продолжение таблицы 11

инновационной инфраструктуры ТПУ. В5.Повышение стоимости конкурентных разработок		
Угрозы: У1.Отсутствие спроса на новые технологии производства. У2.Развитая конкуренция технологий производства. У3.Ограничения на экспорт технологии. У4.Сложная финансовая ситуация в экономике страны. У5.Наличие барьеров для входа на рынок.	Возможно появление новых конкурентных разработок, которые могут вытеснить данную разработку.	Из-за ошибок в технологии производства возможен спад спроса.

Анализ интерактивных таблиц выявил сильно коррелирующие стороны и возможности, стороны и угрозы, каждая из представленных записей представляет собой направление реализации проекта.

4.2 Планирование научно-исследовательской работы

Важное значение для рациональной организации научно-исследовательской работы имеет ее планирование. Планирование научно-исследовательской работы заключается в определении структуры работы, ее трудоемкости, а также в формировании бюджета затрат.

4.2.1 Структура работы в рамках научного исследования

Реализация научно-исследовательского проекта по разработке технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик» состоит из 9 основных этапов, которые составляют структуру научного исследования.

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей представлено в таблице 12

Таблица 12 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)
	3	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер (дипломник)
	4	Календарное планирование работ по теме	Инженер (дипломник)
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер (дипломник)
	6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер (дипломник)
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер (дипломник)
	8	Контроль результатов исследований	Руководитель темы
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер (дипломник)

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценена экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости тожі использована следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5},$$

где $t_{ожі}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1-й работы составило:

$$t_{ож1} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1.4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 2-й работы составило:

$$t_{ож2} = \frac{3 * 8 + 2 * 10}{5} = 9 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 3-й работы составило:

$$t_{ож3} = \frac{3 * 1 + 2 * 1}{5} = 1 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы составило:

$$t_{ож4} = \frac{3 * 1 + 2 * 1}{5} = 1 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 5-й работы составило:

$$t_{ожс5} = \frac{3 * 15 + 2 * 30}{5} = 21_{чел. - \partial н.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 6-й работы составило:

$$t_{ожс6} = \frac{3 * 15 + 2 * 25}{5} = 19_{чел. - \partial н.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 7-й работы составило:

$$t_{ожс7} = \frac{3 * 1 + 2 * 1}{5} = 1_{чел. - \partial н.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{ожс8} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1.4_{чел. - \partial н.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 9-й работы составило:

$$t_{ожс9} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1.4_{чел. - \partial н.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определена продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.; $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн. $Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Продолжительность 1-й работы:

$$T_{pi} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб. дн}$$

Продолжительность 2-й работы:

$$T_{pi} = \frac{9}{1} = 9 \text{ раб. дн}$$

Продолжительность 3-й работы:

$$T_{pi} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ раб. дн}$$

Продолжительность 4-й работы:

$$T_{pi} = \frac{1}{1} = 1 \text{ раб. дн}$$

Продолжительность 5-й работы:

$$T_{pi} = \frac{21}{1} = 21 \text{ раб. дн}$$

Продолжительность 6-й работы:

$$T_{pi} = \frac{19}{1} = 19 \text{ раб. дн}$$

Продолжительность 7-й работы:

$$T_{pi} = \frac{1}{1} = 1 \text{ раб. дн}$$

Продолжительность 8-й работы:

$$T_{pi} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб. дн}$$

Продолжительность 9-й работы:

$$T_{pi} = \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ раб. дн}$$

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

С целью построения ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведена в календарные дни. Для этого была использована следующая формула:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях; T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определен по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности в 2017 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 105 - 14} = 1,48$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях:

$$T_{k1} = 1,4 * 1,48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях:

$$T_{k2} = 9 * 1,48 = 13 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях:

$$T_{k3} = 0,5 * 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях:

$$T_{k4} = 1 * 1,48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях:

$$T_{k5} = 21 * 1,48 = 31 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях:

$$T_{k6} = 19 * 1,48 = 28 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях:

$$T_{k7} = 1 * 1,48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях:

$$T_{k8} = 1,4 * 1,48 = 2 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях:

$$T_{k9} = 0,7 * 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 13

Таблица 13 – Временные показатели проведения научного исследования

Название	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
Составление и утверждение технического задания	1	2	1,4	Руководитель темы	1,4	2
Подбор и изучение материалов по теме	8	10	9	Инженер (дипломник)	9	13
Выбор направления исследований	1	1	1	Руководитель, инженер (дипломник)	0,5	1
Календарное планирование работ по теме	1	1	1	Инженер (дипломник)	1	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	15	30	21	Инженер (дипломник)	21	31
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	15	25	19	Инженер (дипломник)	19	28
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	1	1	1	Инженер (дипломник)	1	2
Контроль результатов исследований	1	2	1,4	Руководитель темы	1,4	2
Оценка эффективности полученных результатов	1	2	1,4	Руководитель, инженер (дипломник)	0,7	1

На основе таблицы 13 построен календарный план-график представленный в таблице 14

Таблица 14 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ раб от	Вид работ	Исполнител и	Ткi, кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																	
				янв			февр			март			апре ль			май			июнь		
				2	3		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение технического задания	Руководител ь темы	4																		
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер (дипломник)	18																		
3	Выбор направления исследований	Руководител ь, инженер (дипломник)	1																		
4	Календарное планирование работ по теме	Инженер (дипломник)	2																		
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер (дипломник)	49																		
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер (дипломник)	50																		
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическим и исследованиям и	Инженер (дипломник)	2																		
8	Контроль результатов исследований	Руководител ь темы	4																		
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководител ь, инженер (дипломник)	2																		



-Руководитель темы



-Инженер (дипломник)

4.2.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ учтены следующие виды расходов:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.2.5 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат произведен по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \sum_{i=1}^m Ц_i * N_{расхi},$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования; $N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.); $Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.); k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик», представлены в таблице 15

Таблица 15 – Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик»

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затрат материалы, $З_m$, руб.
Ручка	шт.	4	30	120
Карандаш	шт.	2	10	20
Ластик	шт.	3	10	30

Бумага офисная	л.	400	0,4	160
Итого				330

4.2.6 Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата руководителя темы и инженеров (дипломников)-3-х человек, непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «Ось» (включая премии, доплаты), включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} ,$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата; $З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (15 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя темы, инженеров (дипломников) рассчитана по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} * Тр$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; $Тр$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.; $З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} * М}{F_{д}}$$

где $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.; $М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $М = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $М = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя; $F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент; $k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок; $k_{\text{р}}$ – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.: $З_{\text{м}} = 14584,32 \cdot (1 + 0,3 + 0,3) \cdot 1,3 = 30335,3$ Месячный должностной оклад инженера (дипломника), руб.: $З_{\text{м}} = 14584,32 \cdot (1 + 0,2 + 0,2) \cdot 1,3 = 26543,5$

Таблица 16 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель темы	Инженер (дипломник)
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней	105	105
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	28	28
- отпуск	15	5
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	204	214

Среднедневная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{30335,3 * 10,4}{204} = 1546,5$$

Среднедневная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{3354 * 11,2}{214} = 175,53$$

Основная заработная плата руководителя темы, руб.:

$$З_{\text{осн}} = 1546,50 * 6,7 = 10361,55$$

Основная заработная плата инженера (дипломника), руб.:

$$З_{\text{осн}} = 175,53 * 83,7 = 14692,4$$

Расчёт основной заработной платы приведён в таблицах 17 и 18.

Таблица 17 – Расчёт основной заработной платы руководителя темы и инженера (дипломника) непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик»

Исполнители	З _{ТС} ,руб	k _{пр}	k _д	k _р	З _м ,руб	З _{дн} ,руб	Тр,раб.дн.	З _{осн} ,руб
Руководитель темы	14584,32	0,3	0,3	1,3	30335,3	1546,5	6,7	10361,55
Инженер (дипломник)	1720,0	0,2	0,2	1,3	3354	175,53	83,7	14692,4
Итого З _{осн}								25053,95

Таблица 18 – Расчёт основной заработной платы руководителя темы и инженера (дипломника) непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «Эксцентрик» (поэтапный)

№ п/п	Наименование этапов	Трудоемкость, чел.-дн.		Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.		Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.	
		Руководитель темы	Инженер (дипломник)	Руководитель	Инженер (дипломник)	Руководитель	Инженер (дипломник)
1	Разработка технического задания	2,4		1546,5	1389,2	3711,6	0
2	Выбор направления исследований	0,7	14,1	1546,5	1389,2	1082,55	19587,61
3	Теоретические и экспериментальные исследования	2,4	68,4	1546,5	1389,2	3711,6	95020,77
4	Обобщение и оценка результатов	1,2	1,2	1546,5	1389,2	1855,8	1667,03
						10361,55	116275,4

4.2.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с

обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 10361,55 = 1243,4 \text{ руб}; \quad (31)$$

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,12 \cdot 14692,4 = 1763 \text{ руб},$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

4.2.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,302 \cdot (10361,55 + 1243,4) = 3504,69 \text{ руб},$$

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,302 \cdot (14692,4 + 1763) = 4969,53 \text{ руб},$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1

ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%

Таблица 19 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб	Дополнительная заработная плата, тыс. руб
	Исп. 1	
Руководитель проекта	10361,55	1243,4
Исполнитель	14692,4	1763
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
Итого		
Исполнение 1	8474,22	

4.2.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 20

Таблица 20– Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма,руб.
1. Материальные затраты НТИ	330
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	25053,95
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	3006,4
4. Отчисления во внебюджетные фонды	8474,22
5. Накладные расходы	7517,37
6. Бюджет затрат НТИ	10119
Итого	54500,94

Вывод

Сделав все необходимые расчеты и исследования, а именно определили потенциальных потребителей результатов исследований; провели анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения; произвели SWOT-анализ с построением SWOT - матрицы; определили структуру работ в рамках научного исследования; определили трудоемкость выполнения работ; разработали график проведения научного исследования; составили бюджет научно- технического исследования; рассчитали материальные затраты НТИ; рассчитали основную заработную плату исполнителей темы; рассчитали дополнительную заработную плату исполнителей темы; рассчитали отчисления во внебюджетные фонды; сформировали бюджет затрат научно-исследовательского проекта; определил ресурсоэффективность проекта.

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Эксцентрик» экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой металлоемкостью, высокой производительностью труда, в связи с чем, считаю, данный научно- исследовательский проект конкурентоспособным.

Заключение

В ходе работы был разработан технологический процесс детали «Эксцентрик». Рассмотрены этапы технологической подготовки детали. Проведен анализ технологичности конструкции детали, в котором были выявлены особенности конструкции детали и особенности технологического процесса изготовления детали. Определили, что эксплуатационные свойства детали обеспечиваются. Выбрали тип заготовки – горячекатаный круглый прут. Спроектировали технологический маршрут изготовления детали. Назначили и рассчитали все необходимые допуски на размеры и минимальные припуски. Рассчитали режимы резания и нормы времени технологического процесса. Разработали управляющие программы для станков с ЧПУ. Сконструировали специальное приспособление для получения отверстия со смещенной осью.

Таким образом, цели и задачи, поставленные в курсовой работе, были выполнены.

Список используемой литературы

- 1.Скворцов В.Ф., Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 91с.
- 2.Основы технической подготовки производства: Учебное пособие. Санкт-Петербург: СПГУИТ, 2010, - 69 с.
- 3.Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: учебное пособие / В.П.Должиков. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2003. – 320с
- 4.Справочник конструктора-машиностроителя в 3-х томах, том 3: учебное пособие/ В.И. Ануриев, Москва, 1984
- 5.Большая энциклопедия нефти и газа. Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/>
- 6.ООО “Дельта Технология”. Режим доступа: <http://delta-grup.ru/>
- 7.Федеральный закон РФ №261 от 23 ноября 2009г. «Об энергосбережении и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
- 8.СП 12.0.003-74 (с измен. № 1, октябрь 1978 г., переиздание 1999 г.)» [X]
- 9.СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий».
- 10.ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».
- 11.СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».
- 12.ГОСТ 12.1.044-91 «Пожарная безопасность. Общие требования».
- 13.ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
- 14.СН 181-70 Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий

Приложение А
(обязательное)

Комплект документов
на технологический процесс механической обработки
детали «Эксцентрик»